



UFPE / CAA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PE.
CAMPUS AGRESTE



PROJETO LUMISOL

REDESIGN DE UMA LUMINÁRIA SOLAR E SUSTENTÁVEL

ALBERES V. CAVALCANTI - TURMA DESIGN 2007.2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAA – CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN
Trabalho de Conclusão de Curso

ALBERES VASCONCELOS CAVALCANTI

Orientador: Prof. MSc. Sílvia Diniz de Lourenço Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Heitor Scalabrini Costa

LUMISOL: REDESIGN DE UMA LUMINÁRIA SOLAR E SUSTENTÁVEL.

CARUARU

2011

Alberes Vasconcelos Cavalcanti

LUMISOL: REDESIGN DE UMA LUMINÁRIA SOLAR E SUSTENTÁVEL.

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Design.

Orientador: Prof. MSc. Sílvio Diniz de Lourenço Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Heitor Scalabrini Costa

CARUARU

2011

Catálogo na fonte
Bibliotecário Elilson Rodrigues Góis CRB4 - 1687

C376I Cavalcanti, Alberes Vasconcelos.
Lumisol: redesign de uma luminária solar e sustentável. / Alberes Vasconcelos Cavalcanti. - Caruaru : O autor, 2011.
95 p.: il. ; 30 cm.

Orientador: Silvio Diniz de Lourenço Junior
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Design, 2011.
Inclui bibliografia.

1. Energia renovável. 2. Iluminação – Luminárias externas - Design - Decoração de vias públicas. 3. Sustentabilidade Ambiental. 4. Design - Redesign - Desenho – Luminária. I. Lumisol. II. Lourenço Junior, Silvio Diniz de (orientador). III. Título.

745.4 CDD (22.ed.) UFPE (CAA 2011-48)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE DESIGN

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA
DO PROJETO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN DE

ALBERES VASCONCELOS CAVALCANTI

“LUMISOL: REDESIGN DE UMA LUMINÁRIA SOLAR E SUSTENTÁVEL”

A comissão examinadora, composta pelos membros abaixo, sob a presidência
do primeiro, considera ALBERES VASCONCELOS CAVALCANTI

APROVADO

Caruaru, 05 de dezembro de 2011.

Prof. Sílvio Diniz de Lourenço Junior
Orientador

Prof. Danilo Émmerson Nascimento Silva
1º Avaliador

Prof. Heitor Scalambrini Costa
2º Avaliador

Dedico essa monografia aos meus pais, irmãos, tios e a todos meus professores, que ao longo da minha vida me apontaram o caminho da educação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, em especial a minha mãe, Josefa Elisa, popularmente conhecida como “D. Mocinha” que sem sombra de dúvidas é a pessoa que esculpiu essa pessoa que sou hoje, onde, enfrentando e driblando dificuldades sempre com muito esforço e dedicação empenhou-se ao máximo a favor dos seus filhos.

Agradeço também aos meus irmãos, Adalmeres Mota e Alberides Jr, pelo simples fato de serem o que são, e poder descrever orgulhoso que tenho o imenso prazer de dizer a todos que me espelho em vossas ações e atitudes, nas quais me ajudam a tornar-me uma pessoa mais digna e melhor diante a sociedade.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus tios Adalgiza Vasconcelos e José Barbosa, pelo incentivo dado ao longo de minha vida, de sempre lutar pelos meus objetivos, independente das dificuldades que tendem a surgir ao longo do caminho. Em especial agradeço ao casal e amigo Ademilda e Sérgio, pela força dada no início de faculdade e a Sra. Nicinha, no qual me forneceu sua casa de portas abertas em justo momento que mais precisava, sou bastante agradecido e orgulhoso por ter ganhado uma segunda mãe.

Agradeço a todos os meus professores e colegas de turma no qual tive o privilégio de compartilhar momentos únicos ao longo dos quatro anos de convivência dentro e fora da universidade, onde, em especial agradeço aos professores Dr. Heitor Scalabrini Costa e o Msc. Silvio Diniz de Lourenço Junior, não apenas pelo fato de aceitarem o convite de serem parte integrante da minha banca examinadora, mas por fazerem parte diretamente da minha trajetória dentro da universidade. Vi no professor Heitor Scalabrini a imagem de um pai, seus ensinamentos e “puxões de orelha” quando havia algo de errado em minhas pesquisas acadêmicas ensinavam-me a ser uma pessoa mais responsável e dar total credibilidade em tudo vá fazer na vida. Por sua vez, o professor Silvio Diniz, apesar da fama e da cara de marrento, foi uma das pessoas que mais contribuíram a meu favor dentro da universidade, confesso sinceramente, que sou muito grato pelos incentivos dados ao longo do curso, a confiança em mim depositada, as inúmeras caronas... que de tanto viajar com Silvio em seu carro, ganhei rapidamente um cargo: “Agenciador de Caronas” onde as pessoas me procuravam para saber se haveria vaga para mais um carona em seu carro (risos). Digo a todos que atualmente estou perdendo um professor mais há muito que ganhei um irmão e amigo.

Não poderia esquecer-se ainda dos meus colegas de classe, nos quais aturaram por muitas vezes minha teimosia, minha impaciência, minhas broncas, meus surtos de loucura, entre outros. Dentre várias amizades que conquistei ao longo desses quatro anos, certamente não poderia deixar de mencionar minhas duas pupilas, Adalgisa de Fátima e Ana Raquel Almeida, sem elas não enxergaria a vida da mesma forma que enxergo hoje, tão bela e gratificante de se viver. Agradeço as ambas por estarem sempre presentes na minha vida, sempre me proporcionando momentos únicos de alegria.

Sou grato aos amigos Brunno Gomes e Erikson Silva, pelos bons momentos compartilhados em nosso apartamento, apelidado carinhosamente de “Perto Bar”, nos quais partilhamos momentos inesquecíveis de diversão e bagunça.

Agradeço ainda aos amigos Felipe Augusto, Hobedes Albuquerque e Luiz Cezar pela companhia, pela força dada nos momentos difíceis e pelas conversas de corredores que de tão boas se estendiam por horas, o tempo cruel que nesses instantes parecia até que passar mais rápido.

Menciono ainda os técnicos Guilherme Costa, Josias da Silva e Wenceslau Gomes, esses, principais responsáveis pela construção do protótipo, onde abriram mão de outras atividades e forneceram seus serviços voluntariamente.

No mais, agradeço aos amigos: Andreza Melo, Carlos Eduardo, Clarissa Clementino, Daniele Rolim, Dayanne Ariele, Ericka Diniz, Jussê Arruda, Mirelly Oliveira e Valquíria Silva, pessoas essas que tive o prazer de conhecer e que também são peças-chaves que contribuíram a favor de meu sucesso nessa minha trajetória dentro e fora da universidade.

Finalizando, aproveito ainda a oportunidade para pedir minhas sinceras desculpas se de certa forma, alguma pessoa tenha se sentido ofendida ou magoada por algo que tenha feito ou dito, confesso que certamente não era esse o meu propósito.

Por fim, agradeço a todos que de certa forma me ajudaram diretamente ou indiretamente a favor do meu sucesso.

Obrigado a todos!

*“Quando a última árvore tiver caído,
quando o último rio tiver secado,
quando o último peixe for pescado,
você vão entender que dinheiro não se come.”*

Greenpeace

RESUMO

A cada novo dia o planeta aos poucos está sendo desgastado devido ao uso perdulário de matérias-primas finitas e fontes não renováveis de energia e, também, a subutilização das fontes renováveis existentes. Neste contexto, o presente trabalho visa contribuir no aspecto ambiental, através da concepção do redesign de uma luminária pública autossustentável denominada LUMISOL, resgatando aspectos do primeiro projeto, como materiais renováveis para a sua estrutura e a energia solar fotovoltaica como fonte energética. É descrito o processo do desenvolvimento de redesign e criação deste produto.

Palavras Chave: Iluminação eficiente, Sustentabilidade, Energias renováveis.

ABSTRACT

With each new day the planet is slowly being eroded due to the wasteful use of finite raw materials and non-renewable sources of energy and also the under utilisation of existing renewable sources. In this context, this paper aims to contribute to the environmental aspect, through the design of the redesign of a public lamp LUMISOL called self-sustaining, redeeming aspects of the first project, such as renewable materials for its structure and photovoltaic solar energy as an energy source. We describe the development process redesign and creation of this product.

Keywords: Efficient lighting, sustainability, renewables

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01:	Matriz Energética Mundial 2010.	20
Gráfico 02:	Investimento mundial em energias renováveis.	21
Gráfico 03:	Energia eólica, capacidade mundial existente.	23
Gráfico 04:	Capacidade de energia eólica, top 10 países, 2010.	24
Gráfico 05:	Maiores produtores de Energia Geotérmica.	26
Gráfico 06:	Maiores Consumidores da Energia Hidráulica.	27
Gráfico 07:	Capacidade de energia solar mundial, 1995-2010.	33
Gráfico 08:	Mercado Fotovoltaico Global 2010.	33

LISTA DE IMAGENS

Figura 01:	Linha do tempo da iluminação artificial	11
Figura 02:	Formatos típicos de lâmpadas incandescentes	12
Figura 03:	Lâmpadas incandescentes	13
Figura 04:	Formatos típicos de lâmpadas de descarga	14
Figura 05:	Lâmpadas de descarga de alta pressão	15
Figura 06:	Lâmpadas fluorescentes	15
Figura 07:	LED – Diodo Emissor de Luz	16
Figura 08:	Esquema da energia eólica	23
Figura 09:	Princípio de uso da energia térmica	25
Figura 10:	Esquema de usina hidrelétrica	27
Figura 11:	Esquema de geração de energia em usina maremotriz	28
Figura 12:	Esquema de geração de energia através da biomassa	30
Figura 13:	Esquema de um coletor solar para aquecimento de água	31
Figura 14:	Esquema de geração de energia fotovoltaica	32
Figura 15:	Luminárias públicas mais usuais	37
Figura 16:	Componentes de uma luminária pública simples	37
Figura 17:	Postes solares Kyocera	38
Figura 18:	Poste solar <i>Lumisolair</i>	39
Figura 19:	Luminárias à energia solar fotovoltaica	40
Figura 20:	Modelos Funcionais do Grupo de Pesquisa SENDES	41
Figura 21:	Lumisol – 1º Projeto	43
Figura 22:	Componentes básicos da LUMISOL – 1º Projeto	44
Figura 23:	Base da luminária	45
Figura 24:	Trincamentos no Bambu	45
Figura 25:	Componente para suporte da Placa solar	46
Figura 26:	Modelo A – Reaproveitamento de tubos de PVC	77
Figura 27:	Modelo B – Reaproveitamento de tubos de PVC	78
Figura 28:	Modelo C – Madeira com Iluminação 4 lados	79
Figura 29:	Modelo D – Madeira com tela moeda	80
Figura 30:	Modelo E – Aço com tela moeda	81

Figura 31:	Modelo Selecionado: Modelo E – Aço com tela moeda	82
Figura 32:	Componentes e materiais – Parte I	83
Figura 33:	Componentes e materiais – Parte II	84
Figura 34:	Remoção do painel fotovoltaico	85
Figura 35:	Remoção da luminária	86
Figura 36:	Remoção do controlador de carga	87
Figura 37:	Remoção da bateria	87
Figura 38:	Modelo Funcional, LUMISOL	88
Figura 39:	Protótipo, LUMISOL	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 01:	Avaliação dos principais meios de iluminação da atualidade	17
Quadro 02:	Seleção de Indicadores	34
Quadro 03:	Cinco principais países; acréscimos anuais em 2010	34
Quadro 04:	Cinco principais países; capacidade existente até o final de 2010	35
Quadro 05:	Classificação Socioeconômica no Brasil	47
Quadro 06:	Modularização	50
Quadro 07:	Componentes	51
Quadro 08:	Placas Fotovoltaicas	52
Quadro 09:	Baterias Estacionárias e automotivas	54
Quadro 10:	Leds para iluminação	55
Quadro 11:	Cabos e fios	57
Quadro 12:	Controladores de Carga	59
Quadro 13:	Fotocélulas	61
Quadro 14:	Elementos de Fixação	62
Quadro 15:	Produtos para conservação	63
Quadro 16:	Avaliação do Módulo de Captação	65
Quadro 17:	Avaliação do Módulo de Armazenamento	66
Quadro 18:	Avaliação do Módulo de Iluminação	68
Quadro 19:	Avaliação do Módulo de Condução de Energia	69
Quadro 20:	Avaliação do Módulo de Controle de Energia	70
Quadro 21:	Avaliação do Módulo de Acionamento / Desativação	71
Quadro 22:	Avaliação do Módulo de Fixação	72
Quadro 23:	Avaliação do Módulo de Conservação	73
Quadro 24:	Madeiras	74
Quadro 25:	Materiais Metálicos	75
Quadro 26:	Avaliação dos Materiais	76

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
Objetivo Geral.....	2
Objetivos específicos	2
Métodos de Abordagem.....	2
Procedimentos.....	2
Métodos projetuais	3
A. Estratégia.....	3
A.1 - Projeto.....	3
A.2 - Análise do 1º Projeto	3
A.3 - Definição das necessidades dos usuários	3
A.4 - Conhecimento do mercado.....	3
B. Escopo.....	3
B.1 - Especificações funcionais	3
C. Estrutura	4
C.1 - Modularização	4
C.2 - Componentes	4
C.3 - Pesquisa de componentes.....	4
C.4 - Avaliação dos componentes.....	4
C.5 - Materiais.....	4
C.6 - Avaliação dos materiais.....	5
D. Esqueleto.....	5
D.1 - Geração de alternativas	5
D.2 - Seleção da alternativa	5
E. Superfície	5
E.1 - Modelo funcional.....	5
E.2 - Protótipo.....	5
Fundamentação Teórica	6
1 – A Iluminação	7
1.1 Do fogo aos OLEDs.....	7
1.2 Modelos atuais de fontes artificiais de luz	12
1.2.1 Lâmpadas Incandescentes.....	12

1.2.2 Lâmpadas de Descarga em Gases	14
1.2.3 Diodo Emissor de Luz (LED)	16
1.3 Avaliação dos meios atuais de iluminação	17
2 – Sustentabilidade, Energia e Design	18
2.1 A Sustentabilidade	18
2.2 Sustentabilidade no setor elétrico	19
2.3 As energias renováveis	22
2.3.1 A energia eólica	22
2.3.2 A energia geotérmica	24
2.3.3 A energia hidráulica	26
2.3.4 A energia maremotriz	28
2.3.5 A energia por resíduos orgânicos - Biomassa	29
2.3.6 A energia solar	31
2.3.7 Visão Geral	34
2.4 Design e Energia	35
2.4.1 A Iluminação para o espaço público	36
2.4.2 A Iluminação baseada na energia verde	38
Parte II	42
Elaboração do Projeto	42
3 – Estratégia	43
3.1 O Projeto	43
3.1.1 Análise do 1º projeto	44
3.2 Definições das necessidades dos usuários	46
3.2.1 Foco de mercado	47
3.2.2 Usuários	47
3.2.3 Tecnologia	48
3.2.4 Expectativas	48
3.3 Definições dos objetivos do sistema	49
3.3.1 Diretrizes gerais	49
3.3.2 Conhecimentos do mercado	49
4 – Escopo	49
4.1 Especificações funcionais	49
Etapa 5 – Estrutura	50
5.1 Modularização	50

5.2 Componentes	51
5.3 Pesquisa de componentes.....	51
5.3.1 Módulo de Captação Solar	52
5.3.2 Módulo de Armazenamento de Energia	54
5.3.3 Módulo de Iluminação.....	55
5.3.4 Módulo de Condução de Energia	57
5.3.5 Módulo de Controle de Energia	59
5.3.6 Módulo de Acionamento / Desligamento	61
5.3.7 Módulo de Fixação	62
5.3.8 Módulo de Conservação.....	63
5.4 Avaliação dos Componentes	65
5.4.1 Avaliação do Módulo de Captação.....	65
5.4.2 Avaliação do Módulo de Armazenamento.....	66
5.4.3 Avaliação do Módulo de Iluminação	68
5.4.4 Avaliação do Módulo de Condução de Energia.....	69
5.4.5 Avaliação do Módulo de Controle de Energia.....	70
5.4.6 Avaliação do Módulo de Acionamento / Desativação	71
5.4.7 Avaliação do Módulo de Fixação.....	72
5.4.8 Avaliação do Módulo de Conservação	73
5.5 Materiais.....	74
5.5.1 Concreto	74
5.5.2 Madeira	74
5.5.3 Metais.....	75
5.6 Avaliação dos materiais	76
Etapa 6 – Esqueleto	77
6.1 Geração de alternativas.....	77
6.1.1 Modelo A	77
6.1.2 Modelo B	78
6.1.3 Modelo C	79
6.1.4 Modelo D	80
6.1.5 Modelo E.....	81
6.2 Seleção de alternativa	82
6.3 Componentes e Materiais	83
6.4 Mecanismos.....	85

6.4.1 Pannel Fotovoltaico	85
6.4.2 Luminária com LEDs.....	86
6.4.3 Controlador de Carga	86
6.4.4 Bateria.....	87
6.5 Detalhamentos técnicos	88
Etapa 7 – Superfície	88
7.1 Modelo Funcional	88
7.2 Protótipo	89
CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS	91
ANEXOS.....	95

INTRODUÇÃO

Algumas das grandes preocupações da sociedade atual podem ser observadas através dos acontecimentos recorrentes devido às alterações no clima, ondas de calor, maremotos, terremotos, entre outros, são cada vez mais frequentes nos quatro cantos do planeta. A queima de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo são uma das principais causas por essas alterações no clima, isso devido ao lançamento na atmosfera de diversos compostos químicos prejudiciais ao meio ambiente, dentre eles, o mais conhecido o dióxido de carbono (CO₂), um dos grandes responsáveis para o aquecimento do planeta.

O consumo, muitas vezes desnecessário, da energia elétrica também é um dos fatores que contribuem diretamente nas mudanças em nosso clima, nos últimos anos o consumo de energia vem aumentando significativamente, e o mais preocupante é que esse consumo tende a aumentar. Segundo o relatório divulgado pela petrolífera *Exxon Mobil* o consumo de energia mundial crescerá cerca de 35% até 2030, isso devido a demanda que será impulsionada pelo rápido crescimento de países que não integram a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), como China e Índia (R7, 2011). Vale ressaltar que 81% da matriz energética mundial são constituídas por energias fósseis (REN21, 2011), o que agrava ainda mais esse quadro.

Algumas das possíveis soluções para a reversão deste quadro podem ser facilmente encontradas através das energias renováveis, como a energia dos ventos, a energia do sol, a energia do mar, entre outras, essas, fontes inesgotáveis de energia, sendo algumas delas largamente abundantes em algumas regiões do planeta, inclusive no Brasil.

Com base nesse breve contexto é apresentado nesse trabalho o desenvolvimento do redesign de uma luminária para espaços públicos como praças e jardins, no qual é utilizada a energia solar fotovoltaica como fonte renovável de geração de energia elétrica e a atribuição de componentes que não agredam o meio ambiente. O projeto é baseado na metodologia de Lourenço Jr, no qual aborda cinco pontos que se inter-relacionam, sendo eles: Estratégia, escopo, estrutura, esqueleto e superfície, onde são apresentados pontos como pesquisas junto aos usuários, pesquisas de mercado, detalhamento técnico para construção do modelo e por fim a construção do protótipo.

Objetivo Geral

Desenvolvimento de solução que será apresentada como produto que se utilize da energia limpa (energia solar fotovoltaica), tendo como foco a sustentabilidade e a utilização de materiais recicláveis ou renováveis em sua estrutura.

Objetivos específicos

- I – Concepção de uma fonte luminosa para meios públicos.
- II - Divulgação da energia solar fotovoltaica
- III - Avaliar componentes que agreguem um melhor custo benefício na concepção do produto.

Métodos de Abordagem

Para o desenvolvimento teórico e projetual deste trabalho, foi escolhido como meio de abordagem o método **Dedutivo**, onde, o mesmo tem por finalidade a elaboração projetual de um determinado produto, tendo em vista a necessidade de fundamentar-se em premissas, essas, apoiadas em conteúdos bibliográficos das áreas de Design e Energia.

Procedimentos

Os procedimentos aplicáveis ao projeto são o **comparativo**, esse, com o objetivo de estudar e comparar os vários tipos de ambientes que o produto a ser desenvolvido poderá vir atuar, e o **estatístico**, esse, com o objetivo da coleta de várias informações sobre eficiência luminosa, tempo de vida, e custo dos diversos meios de iluminação que são encontradas atualmente no mercado, dados esses, que servirá de base para a escolha do meio de iluminação que será atribuído ao projeto.

Métodos projetuais

A metodologia de pesquisa utilizada foi projetual, proposta por Lourenço Jr (2008), nas quais consistem em cinco etapas que se inter-relacionam, entre elas:

A. Estratégia

A.1 - Projeto

Apresentação do projeto a ser desenvolvido.

A.2 - Análise do 1º Projeto

Análise do projeto realizado anteriormente, identificando e corrigindo falhas encontradas no 1º projeto.

A.3 - Definição das necessidades dos usuários

Realização de um mapeamento das necessidades informacionais de acordo com os usuários em relação ao produto.

A.4 - Conhecimento do mercado

Pesquisa e apresentação dos nichos de mercado, onde, o produto pode vir a ser inserido.

B. Escopo

B.1 - Especificações funcionais

Descrição detalhada de todas as especificações funcionais de todas as características do produto (técnicas do produto, manipulação e do material).

C. Estrutura

C.1 - Modularização

Nesta etapa houve uma divisão dos componentes do projeto desenvolvido, divisão essa, realizada através de módulos, dentre os quais, podem ser por funcionalidade, equipamentos, estrutura etc. No qual se teve o objetivo de decompor o produto, possibilitando a realização de avaliações de forma simples e mais profundamente.

C.2 - Componentes

Neste ponto, foram identificados todos os componentes a serem dispostos ou alocados no produto.

C.3 - Pesquisa de componentes

Nesta etapa houve a realização de uma pesquisa sobre as possibilidades para cada componente do produto, que sejam aplicáveis ao produto.

C.4 - Avaliação dos componentes

Neste ponto foi realizada uma avaliação dos componentes identificados.

C.5 - Materiais

Nesta etapa houve a realização de uma busca por materiais, que seriam passíveis a aplicação no projeto desenvolvido.

C.6 - Avaliação dos materiais

Neste ponto houve uma avaliação dos materiais mapeados de acordo com os critérios estabelecidos no escopo.

D. Esqueleto

D.1 - Geração de alternativas

Foram desenvolvidas alternativas de acordo com as especificações realizadas no escopo e que acomodem os componentes e com os materiais identificados na estrutura.

D.2 - Seleção da alternativa

Nesta etapa foi realizada uma avaliação das alternativas desenvolvidas na geração de acordo com os critérios estabelecidos no escopo e com os materiais identificados na estrutura.

E. Superfície

E.1 - Modelo funcional

Nesta etapa foi construído um modelo funcional em escala para testes de alocações de componentes, dimensões e fator estético.

E.2 - Protótipo

Nesta fase é apresentado a construção de um protótipo do sistema de iluminação proposto.

Parte I

Fundamentação Teórica

1 – A Iluminação

1.1 Do fogo aos OLEDs

Esta parte da pesquisa destina-se a apresentar de forma breve a evolução dos meios de iluminação artificial para ambientes públicos, visando assim demonstrar os meios utilizados pelo ser humano durante os tempos para prover a iluminação em momentos de baixa iluminância natural. Nesta, serão apresentados os artefatos utilizados e o contexto ao qual foram inseridos.

A iluminação pública é definida neste trabalho segundo a Resolução nº 456 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que diz que “iluminação pública é o serviço que tem por objetivo prover luz ou claridade artificial, no período noturno ou nos momentos de escurecimentos diurnos ocasionais, nos logradouros públicos” (ANEEL, 2000).

Atualmente é comum observar espaços públicos providos de uma grande quantidade de iluminação. A sociedade atual vive em um estilo de vida tão dependente da energia elétrica que só se percebe a sua importância na sua ausência, especialmente em períodos noturnos. E pensar que a iluminação pública em ruas, praças, fachadas de prédios, entretanto, foram praticamente inexistentes até meados do século XVII (MASCARÓ, 2006).

Quando o homem aprendeu a dominar o fogo, uma simples chama foi a sua única fonte de luz artificial a seu serviço. Ainda na idade da pedra foram construídas as primeiras fontes luminosas de pedra, no qual queimavam azeite animal ou vegetal com uma mecha trançada (MASCARÓ, 2006). Enquadrando-se nesse cenário, faziam-se presentes as tochas e archotes (Figura 01 – Período Paleolítico 30.000 a.C), que consistiam numa estaca rematada com um pedaço de trapo ou corda saturada em resina, graxa ou breia e que também serviam como de iluminação (MASCARÓ, 2006).

Séculos depois surge a lâmpada de azeite (Figura 01 – VI a.C.), tendo considerável destaque, pois atravessou séculos iluminando a história, a leitura e a escrita. As lâmpadas de azeite ao longo de toda história antiga, tiveram uma ampla difusão como equipamentos indispensáveis, gerada pela queima de combustíveis líquidos tiveram vários aperfeiçoamentos acrescentados durante o passar dos tempos, onde passando a serem fabricadas sucessivamente em metal (ALTENAPLUS, 2011).

Em contrapartida, as velas (Figura 01 – Séc. II d.C) são relativamente recentes quando comparadas as lâmpadas de azeite. Acredita-se que foram inventadas pelos romanos pouco depois do nascimento de Cristo e sendo aperfeiçoadas até meados de 1800 quando a parafina e o pavio trançado de algodão produziram a vela doméstica que se conhece atualmente.

Os meios de iluminação até então citados serviram para iluminar e transportar a luz facilmente, porém limitado para o uso público durante um longo período. As cidades do império Romano, por exemplo, dispunham de iluminação externa apenas em locais de concentração pública de caráter cívico, esportivo ou religioso, ainda assim eram em poucos locais que a iluminação vinculava-se a datas e eventos especiais (MASCARÓ, 2006).

Segundo Mascaró (*apud* STOER, 1986, pág. 30), a iluminação pública teve seu início em Amsterdã por volta de 1669, onde um farol de azeite teve seu emprego específico para iluminação pública. Os faróis de Heyden (Figura 01 – Séc. XVII), de autoria do neozelandês Jan Van Der Heyden, eram produzidos com uma lâmpada de azeite, onde continha um depósito especial no qual mantinha o nível do azeite constante no pavio.

A iluminação pública na América surge apenas no século seguinte, mais precisamente em Nova Iorque, 1762, a administração da cidade instituiu um tributo e subsidiou a instalação de lampiões a óleo em determinados pontos da cidade, a partir daí surgem também os agentes de manutenção, esses necessários para o abastecimento de óleo dos equipamentos, seu funcionamento e desligamento. Em paralelo, As aplicações da energia elétrica vinham sendo desenvolvidas na Europa desde a Revolução Industrial na Inglaterra, as lâmpadas elétricas foram inicialmente chamadas lâmpadas a arco voltaico (Figura 01 – Séc. XIX), cujos estudos de desenvolvimento iniciaram-se por volta de 1800, essa, também foi a época em que a iluminação a gás (Figura 01 – Séc. XIX) foi se impondo nas cidades, devido ao seu combustível e manutenção pouco custosos.

A eletricidade, por sua vez, aos poucos se firmava nas indústrias e residências. As primeiras lâmpadas elétricas destinadas para iluminar vias públicas tiveram seu surgimento em 1879, onde, doze lâmpadas a arco voltaico foram instaladas na *Public Square*, em Cleveland/EUA. Os sistemas elétricos ainda eram utilizados de forma alternada com os lampiões a combustível, já que somente no século XX os sistemas elétricos viriam a se tornar suficientemente confiáveis para operarem (L.F.SILVA, 2006). 1879 é também o ano em que

surge a famosa lâmpada com filamento incandescente (Figura 01 – Séc.XIX), desenvolvida por Thomas Edison. Esta lâmpada tinha uma grande praticidade, o que permitiu que perdurasse como única tecnologia elétrica por aproximadamente 56 anos de 1879 a 1935 (L.F. SILVA, 2006). As lâmpadas de filamento ou incandescentes, de fato foram as que mais atuaram no referido período, poucos produtos na história da civilização atravessaram todo um século de modo tão decisivo e com tão poucas alterações na forma original (FONSECA, 2009), vindo a serem substituídas cerca de cem anos depois.

Nesse mesmo período, no Brasil, a iluminação pública ainda era bem discreta, a energia elétrica era praticamente inexistente, as lâmpadas de azeite assumiam o papel de iluminar ruas e praças brasileiras, onde, este tipo de iluminação perdurou ainda por um bom tempo, mais precisamente até meados do século XIX (MASCARÓ, 2006), época em que D. Pedro II em visita a Exposição da Filadélfia/EUA em 1876, conhece a energia elétrica. Mais tarde, voltando ao Brasil, autorizou então que Thomas Edison introduzisse suas invenções em nosso país. Em 1879, foi inaugurada a iluminação elétrica da estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II, constituída por apenas seis lâmpadas de arco fotovoltaico, acionadas a partir da energia elétrica gerada por dois dínamos (L.F. SILVA, 2006).

Pode-se dizer que a consolidação da energia elétrica no Brasil teve seu início apenas em 1911, quando o governo do estado do Rio de Janeiro contratou com a *São Paulo Tramway, Light and Power Company*, a iluminação pública e o fornecimento de energia elétrica a casas, indústrias e comércio. Porém, vale ressaltar que mesmo com a inserção dessa nova tecnologia houve ainda uma forte resistência por parte dos lampiões a gás, que resistiram por um bom tempo a nova tecnologia, onde, para que se tenha ideia em números, por volta de 1916 na cidade de São Paulo haviam cerca de 864 lâmpadas elétricas contra 8.605 lampiões a gás, esses, se mantiveram em uso até a década de 1930 (MASCARÓ, 2006).

Nos últimos cem anos houve consideráveis avanços tecnológicos na área da iluminação, as lâmpadas tiveram um melhoramento em sua eficácia, uma maior luminância das fontes exigiu um melhor controle do ofuscamento e, conseqüentemente, do sistema ótico das luminárias. Houve também grandes avanços no campo da visão e percepção, base dos futuros projetos de iluminação, com importantes repercussões em temas específicos como a cor (MASCARÓ, 2006). Na década de 1940, é a época da incorporação ao mercado, da lâmpada fluorescente tubular (Figura 01 – Séc. XX), essas tendo pontos de destaque como

iluminação eficiente e economia, as fluorescentes tubulares são também as antecessoras das fluorescentes compactas (Figura 01 – Séc. XX), essa última, uma das fontes de iluminação artificial mais utilizada atualmente. Este tipo de lâmpada quando comparadas às incandescentes, possuem como características principais, a vida útil maior e o consumo menor de energia elétrica. Em contrapartida, são comercializadas por um preço de compra bem mais elevado (INMETRO, 2011). Porém, com o constante avanço da tecnologia, e com a preocupação com o aquecimento global e as mudanças climáticas decorrentes, até as próprias fluorescentes compactas parecem estar também com seus dias contados, podendo vir a serem substituídas pelos LEDs - Diodo Emissor de Luz (Figura 01 – Séc. XXI), isso devido a alguns fatores apresentados pelos LEDs, onde destacam-se o fator economia e durabilidade, onde dependendo de alguns fabricantes, os LEDs podem consumir três vezes menos e ter uma vida média cinco vezes maior que uma lâmpada fluorescente compacta.

Apesar de representar diversas vantagens quando comparadas as fontes atuais de iluminação artificial, pesquisadores buscam uma fonte ainda mais econômica e eficiente que o próprio LED, atualmente encontrada nos OLEDs ou também conhecida como LEDs orgânicos (Figura 01 – Séc. XXI), essa, ainda em fase de pesquisa, promete criar oportunidades totalmente novas de iluminação, como painéis, paredes ou tetos iluminados por igual e que poderão ser personalizados ao gosto de cada pessoa (INOV.TECNOLÓGICA, 2011).

LINHA DO TEMPO DA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL



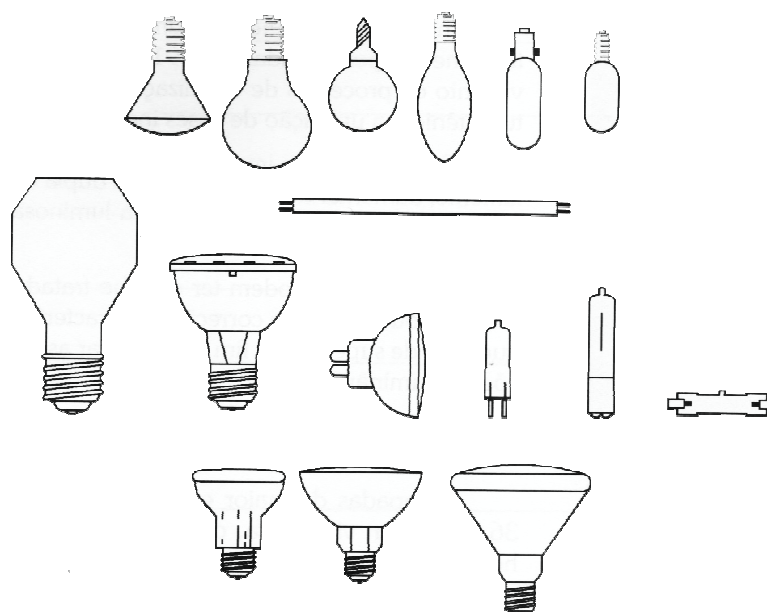
Figura 01: Linha do tempo da Iluminação Artificial

1.2 Modelos atuais de fontes artificiais de luz

O mercado luminotécnico cresceu e evoluiu de forma considerável nessas últimas décadas, desde a pioneira lâmpada com filamento incandescente de Thomas Edison, em 1879, diversos modelos foram desenvolvidos e disponibilizados para os consumidores, grandes empresas como Osram, SYLVANIA, GEE e Philips, entre outras, são responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas e produtos de forma qualitativa desses modelos, trazendo para o mercado produtos a fim de conquistar a confiança dos novos e preservar a dos mais antigos consumidores. Com isso será apresentado a seguir os principais tipos de lâmpadas existentes no mercado brasileiro.

1.2.1 Lâmpadas Incandescentes

As lâmpadas incandescentes (Figura 02) também chamadas de lâmpadas de filamento produzem luz imitando o sol, pois a luz é gerada pela passagem da corrente elétrica por um filamento que é uma resistência elétrica. Tal resistência faz o filamento aquecer a altas temperaturas, ficando em brasa, ou, mais especificamente, incandescente (SILVA, 2009). Com esse método de geração de luz, apenas cerca de 5% da energia consumida é convertida em luz, e o resto é perdido como calor (OSRAM,2011).



Dentro do grupo das incandescentes existem diferentes modelos, nos quais cada qual é atribuído a uma determinada aplicação. As **incandescentes comuns** (Figura 03-A) são indicadas para iluminação geral, principalmente em uso residencial. As **halógenas** (Figura 03-B), por sua vez, possuem uma luz mais uniforme ao longo de sua vida útil, são utilizadas em faróis de veículos terrestres ou aéreos, indústrias têxteis, ginásios esportivos, aeroportos, estaleiros, construções civis e monumentos. Ainda no grupo das incandescentes, as **Infravermelhas** (Figura 03-C), essas, dependendo do fabricante, são lâmpadas produzidas com a finalidade de uso em medicina, agricultura, indústria de secagem e aquecimento (GUERRINI, 2008).



Figura 03: Lâmpadas Incandescentes

Fonte: OSRAM, 2011

Com o surgimento das lâmpadas de descarga em gases, as lâmpadas incandescentes estão deixando em definitivo o mercado. Na Austrália, desde 2010, a comercialização das lâmpadas de filamento de 40 watts já foi proibida. Na União Europeia, uma norma deflagrou a contagem regressiva, onde, desde 2009 vem sendo aplicada, essa, com vencimento até 2012. Nos Estados Unidos o limite é até 2013. No Brasil, um projeto de lei tramita no Congresso, mas sendo com o mesmo prazo norte americano (FONSECA, 2009).

As vantagens das incandescentes são a produção da luz “quente” que são mais naturais aos olhos humanos, possui também um custo de comercialização muito baixo quando comparada a outros meios de iluminação.

As desvantagens desse tipo de iluminação é o seu excessivo consumo de energia e sua baixa vida útil, essa podendo durar até mil horas apenas.

1.2.2 Lâmpadas de Descarga em Gases

As lâmpadas de descarga (Figura 04) recebem esse nome por imitarem um fenômeno da natureza: a descarga elétrica – o relâmpago (SILVA,2009). Sua luz é gerada diretamente por uma descarga de arco e uma descarga elétrica contínua entre dois eletrodos, onde faz com que os diversos materiais de preenchimento entrem em luminescência na descarga (OSRAM, 2011). As lâmpadas de descarga são caracterizadas por sua economia e sua capacidade de produzir luz extremamente brilhante e podem ser classificadas em duas categorias, baixa e alta pressão.

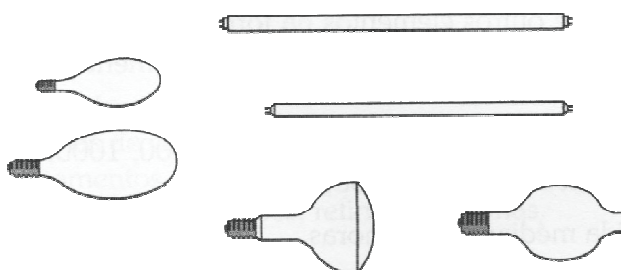


Figura 04: Formatos típicos de lâmpadas de descarga

Fonte: GUERRINI, 2008.

Dentro do grupo das lâmpadas de descarga classificadas como alta pressão, destacam-se alguns modelos, como a de **vapor de mercúrio** (Figura 05-A), são compostas por um tubo de descarga de quartzo preenchido por vapor de mercúrio em alta pressão aliado a uma mistura de gases metálicos, tendo com isso uma alta intensidade. As lâmpadas de vapor de mercúrio são ideais para iluminação interna de galpões industriais e comerciais, supermercados, postos de gasolina, saguões, monumentos, estacionamentos e demais áreas onde exista a necessidade de uma ótima qualidade de luz e eficiência (PHILIPS, 2011).

Outro modelo amplamente utilizado, inclusive no Brasil, são as de **vapor de sódio** (Figura 05-B), semelhantes às lâmpadas de mercúrio, também são fabricadas em alta pressão, onde além do sódio, podem conter xenônio, argônio e mercúrio. Normalmente são indicadas para iluminação de siderúrgicas, fundições, pedreiras, avenidas de tráfego rápido, túneis, parques, ferrovias, estaleiros, aeroportos e construções civis (GUERRINI, 2008).

As **multivapores metálicos** (Figura 05-C) são lâmpadas de alta potência que são ideais para iluminação de grandes áreas, com alta qualidade de luz e níveis de iluminância

elevados. Possui uma luz extremamente brilhante, realçando e valorizando espaços, com grande durabilidade e com baixa carga térmica (GUERRINI, 2008).



Figura 05: Lâmpadas de Descarga de alta pressão
Fonte: FLC, 2011

Pertencendo ao grupo das lâmpadas de descarga de baixa pressão estão presentes as conhecidas **lâmpadas fluorescentes** é um dos modelos mais populares deste tipo, encontradas em modelos tubulares e compactas (Figura 06) são amplamente conhecidas pela sua economia e eficiência.

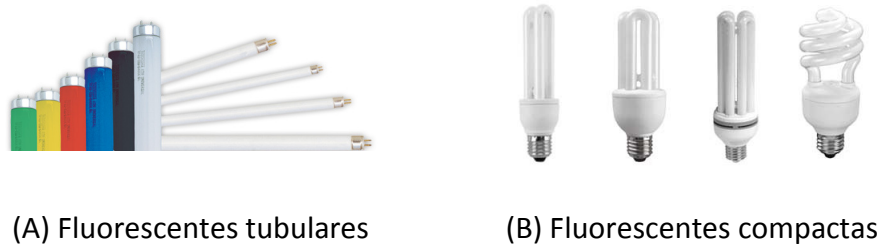


Figura 06: Lâmpadas Fluorescentes
Fonte: OSRAM, 2011.

As lâmpadas de descarga possuem vantagens no quesito economia, vista em lâmpadas do tipo fluorescentes compactas e em potência luminosa apresentada por algumas lâmpadas de vapor de sódio ou de mercúrio.

As desvantagens podem ser encontradas em alguns componentes químicos de algumas lâmpadas, como o mercúrio, esse, altamente prejudicial à saúde humana e o meio ambiente.

1.2.3 Diodo Emissor de Luz (LED)

Do inglês, *Light Emitting Diod*, o LED (Figura 07) é uma fonte que produz luz em baixa temperatura provocada por uma radiação visível. Assim como os outros meios de iluminação, o LED imita um aspecto da natureza, o vaga-lume.



Figura 07: LED - Diodo Emissor de Luz
Fonte: LUZLED, 2011

As lâmpadas de LED convertem até 40% de energia consumida em luz, tendo com isso uma redução do desperdício, o que traz benefícios evidentes ao meio ambiente. Nos países onde a eletricidade é produzida através da queima de combustíveis fósseis, essa economia significa 11% dos gases do efeito estufa na atmosfera. Se a metade de toda iluminação mundial fosse convertida à tecnologia LED até 2025, seria possível economizar cerca de 120 gigawatts de eletricidade. Isso reduziria as emissões de dióxido de carbono em 350 milhões de toneladas por ano. Nos Estados Unidos equivaleria a tirar 7,5 milhões de carros das ruas (FONSECA, 2009).

Mesmo com os diversos requisitos vantajosos dos leds sobre as lâmpadas atuais, pesquisadores continuam em busca de novos meios mais eficientes e econômicos à favor do setor luminotécnico, esses, sendo vistos através dos OLEDs ou também conhecidos como os “Diodos Emissores de Luz Orgânicos”. Nesses dispositivos, estão complexos metálicos fosforescentes que, quando excitados por uma tensão elétrica, produzem uma emissão sustentada de luz com uma eficiência maior do que as outras fontes já disponíveis ou em desenvolvimento.

Avanços tecnológicos recentes demonstram que os OLEDs, deverão revolucionar a tecnologia de iluminação, dando início a uma era de dispositivos finos, flexíveis e ultra brilhantes, permitindo, por exemplo, a criação de telas de cristal líquido mais finas, mais leves e com um baixíssimo consumo de energia, porque os OLEDs, ao emitirem sua própria luz, dispensam os mecanismos de backlight ainda adotados na maioria das TVs e monitores de tela plana.

As principais vantagens no uso do LED são principalmente a sua vida útil, onde em alguns modelos podem chegar até a 50.000 horas. São também equipamentos bastante econômicos quando comparados aos meios anteriormente citados, podendo representar um percentual de 10 a 30% de economia de consumo.

As desvantagens do LED podem ser observadas em seu custo de aquisição elevado e em alguns modelos de alta potência há a necessidade de dispositivos de dissipação de calor, pois quanto maior o aumento da temperatura menor será a iluminação gerada pelo LED.

1.3 Avaliação dos meios atuais de iluminação

O alto consumo de energia está muitas vezes ligado ao tipo de fonte de iluminação artificial que está sendo utilizada, nesta etapa são demonstrados alguns modelos atuais (Quadro 01), tendo em vista seus aspectos de iluminação.

Quadro 01: Avaliação de alguns dos principais meios de iluminação da atualidade

Fonte: Próprio Autor, 2011

		Lâmpadas	Potência (W)	Fluxo Luminoso (lm)	Consumo (kWh) ¹	Vida Média (h)	Danos ao meio ambiente ²
Incandescentes		Incandescente comum	200	3090	72	1.000	1
		Halógenas	150	2100	n/d	2.000	1
		Infravermelhas	100	n/d	n/d	1.000	2
Descarga em gases Alta Pressão		Vapor de mercúrio	250	12.600	90	12.000	3
		Vapor de Sódio	400	55.500	144	32.000	3
		Multivapores	400	31.500	144	20.000	3
Descarga em gases Baixa Pressão		Luz Mista	250	5.500	90	2.000	3
		Fluorescentes tubulares	40	2500	14,4	7.500	2
		Fluorescentes compactas	23	1500	8,28	10.000	2
Diodo Emissor de Luz		LEDs	3	90	4	50.000	1
		OLEDs	n/d	n/d	n/d	60.000	1

¹- Valores baseados em 01 equipamento, funcionando 12 horas diárias durante um período de 30 dias.

²- Escala de riscos que o equipamento fornece ao meio ambiente, seja na sua fabricação, funcionamento ou descarte. Escala podendo variar entre: (1) Baixo / (2) Médio / (3) Alto.

A utilização de fontes de iluminação artificial que tendem a consumir menos energia é atualmente de vital importância para o meio ambiente, tende-se a observar que um dos principais fatores que contribuem para esse aumento da temperatura média do nosso planeta é o gasto, muitas vezes desnecessário, da energia consumida. Em fevereiro de 2010, observou-se um novo recorde em consumo de energia elétrica, uma média na ordem de 68 mil kilowatts (MW), no horário de pico (FOSTER, 2010), quando falamos energia é potência x tempo, portanto MWh. Para ter uma noção destes números, ao compará-lo a produção de Itaipu que, atualmente, é a maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia, com 20 unidades geradoras e 14 mil MW de potência instalada (ITAIPU, 2010), seriam necessárias aproximadamente cinco Itaipus para atender a essa demanda energética.

Em consequência desses fatores, deve-se entender que a sustentabilidade ambiental não é apenas um meio a serem seguidos por empresas, por designers, arquitetos, engenheiros, enfim, os mais diversos profissionais, como um modo de se obter mais capital em benefício próprio, e sim, que venha de modo a nortear os projetos desde a fase de sua concepção, produção e o seu descarte. Tal preceito, deve inclusive direcionar o processo produtivo à eficiência energética.

2 – Sustentabilidade, Energia e Design

2.1 A Sustentabilidade

Svante Arrhenius, físico sueco, em meados de 1896 deixou um recado à humanidade, neste mencionara que a continuidade na emissão de dióxido de carbono na atmosfera no mesmo ritmo da Revolução Industrial, em 1750, a temperatura média do planeta subiria de maneira dramática, em decorrência do efeito estufa (FONSECA, 2009). Muitos desses efeitos podem ser vistos hoje, onde o planeta vem sofrendo consequências drásticas devido a mudanças em seu clima, dentre os quais, o aumento de furacões, ciclones, ondas de calor, são fatores dessa consequência.

O conceito de sustentabilidade foi introduzido no início da década de 1980 por Lester Brown, fundador do *Worldwatch Institute*, que definiu comunidade sustentável como a que é capaz de satisfazer às próprias necessidades sem reduzir as oportunidades das gerações futuras (TRIGUEIRO, 2005).

MANZINI E VEZZOLI (2008, p. 27), definem o termo sustentabilidade ambiental como:

“(...) As condições sistêmicas segundo as quais, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais em que se baseia tudo o que a resiliência do planeta permite e, ao mesmo tempo, não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido a gerações futuras.”

Em 1973, a palavra sustentabilidade apareceu, pela primeira vez, no *The New York Times* com o sentido atual exatamente, durante a crise do petróleo. A expressão ambientalismo despontou um pouco antes, em 1957. Meio século mais cedo, Thomas Edison, o homem que tornou a lâmpada elétrica economicamente viável, já tinha preocupações que apenas recentemente os executivos mais sensatos começam a ter. Em um artigo de 1901, publicado pelo jornal *The Atlanta Constitution*, Thomas Edison já sugeria o uso de moinhos de vento de modo a produzir energia para os cidadãos do campo, “para que eles possam ter luz durante a noite”, sem depender do petróleo que movia as usinas de eletricidade (FONSECA, 2009).

Atualmente, o termo sustentabilidade está cada vez mais em evidência, a discussão sobre o “efeito estufa” é, isoladamente, a mais presente nas matérias sobre mudanças climáticas, tendo sido observada por 50 jornais, no período entre 2005 e 2007, apresentando-se como foco central em 21,6% dos textos (ANDI, 2007).

A necessidade ambiental emergente e urgente na qual convivemos atualmente obriga aos desenvolvedores e empresas a voltarem seus olhares para este assunto em seus projetos, visando desde a fase de concepção até o descarte do mesmo. Visando com isso à redução da geração de resíduos e a extração de matéria prima de forma consciente a fim de evitar malefícios ao meio ambiente.

2.2 Sustentabilidade no setor elétrico

A energia, nas suas mais diversas formas, tornou-se indispensável à sobrevivência da espécie humana. Mais do que sobreviver, o homem procura sempre evoluir, descobrindo fontes e formas alternativas de adaptação ao ambiente em que vive e de atendimento às suas necessidades. Dessa forma, a exaustão, a escassez ou a inconveniência de um dado recurso tendem a ser compensadas pelo surgimento de outros. Em termos de suprimento energético, a eletricidade se tornou uma das formas mais versáteis e convenientes de energia, passando a ser recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento

socioeconômico de muitos países e regiões (ANEEL, 2002). Porém, devido ao consumo excessivo da energia durante as últimas décadas, surge a cada dia que passa a necessidade do aumento de sua produção, considerando que o setor elétrico atual ainda está longe de ser um modelo autossustentável, isso devido às fontes de geração não renováveis de energia da maior parte dos países (Gráfico 01), o que implica na aquisição de recursos que dia após dia tornam-se cada vez mais escassos.

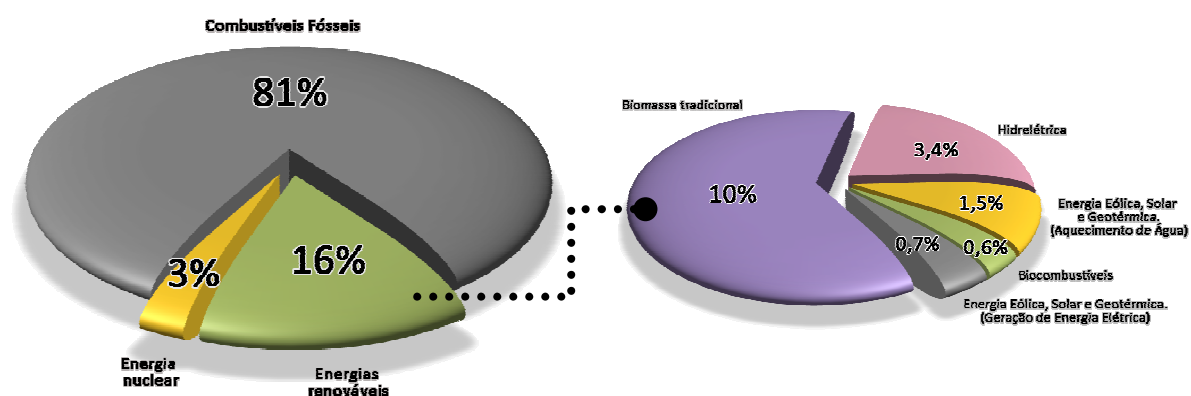


Gráfico 01: Matriz Energética Mundial 2010

Fonte: Adaptação REN21, 2011

Fatores como o desenvolvimento e industrialização de países como a China e a Índia, também podem vir a preocupar o setor energético, isso devido ao aumento da produção energia que até 2020 poderá ser dobrada (KAZAZIAN, 2005). Devido a esses e outros fatores, que os países vem investindo alto em novas fontes energéticas (Gráfico 02) inclusive o Brasil, que segundo estudo realizado pela *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*, REN21 (2011), com um investimento de US\$7 bilhões no ano de 2010, mostra que o Brasil fica entre os cinco países no mundo que mais investiram em energias renováveis, ficando atrás apenas de China (US\$50 bilhões), Alemanha (US\$41 bi), Estados Unidos (US\$30 bi) e Itália (US\$7 bi), sendo que o consolidado mundial chegou aos US\$211 bilhões - alta de 32% sobre o ano anterior (REN21, 2011).

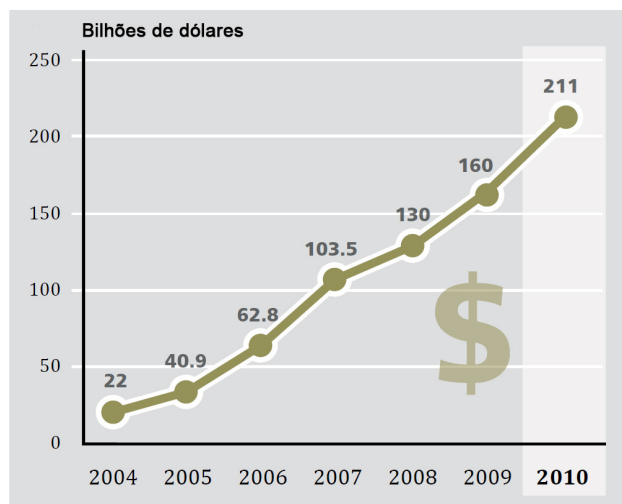


Gráfico 02: Investimento mundial em energias renováveis

Fonte: REN21, 2011

O Brasil destaca-se ainda por várias iniciativas governamentais que foram desenvolvidas nas últimas décadas (MACHADO *et al*, *apud* JANNUZZI, 2004), onde teve destaque:

- a) O Programa Nacional do Álcool – ProÁlcool, em 1975;
- b) o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, em 1985;
- c) o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural – Conpet, em 1991;
- d) o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – Proinfa, em 2002.

Todas estas iniciativas foram sistematizadas e demonstraram que havia, aparentemente, políticas públicas nacionais voltadas para uma agenda sustentável no contexto energético. Apesar de adotar políticas e ter quase a metade de sua produção provida de fontes renováveis de energia, o Brasil ainda deixa a desejar no uso das energias renováveis, em entrevista a Revista VEJA (Jun. 2011, Pág. 25), o ex-presidente norte americano Bill Clinton comenta sobre a imagem ambiental do Brasil e menciona que:

“(...) Vocês são vistos de duas maneiras. A boa mostra um país ambientalmente exemplar, que diminuiu o ritmo do desmatamento, tem 90% da frota de automóveis que pode ser movida a combustível biológico e quase toda a sua eletricidade gerada de maneira limpa por turbinas movidas à queda-d’água. A ruim revela um Brasil que usa pessimamente seu potencial de geração de energia solar, que, se aproveitado na sua plenitude, evitaria todas as pressões sobre a Amazônia que hoje preocupam o mundo, como o avanço das plantações sobre a mata nativa e as controversas novas hidrelétricas em terras indígenas.”

2.3 As energias renováveis

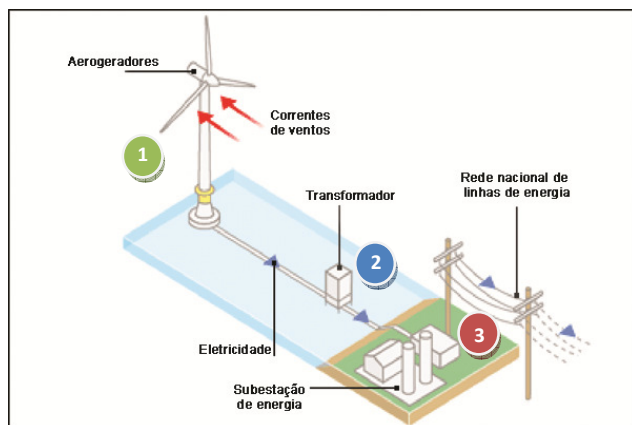
A utilização das energias renováveis deixou há tempos de ser uma questão optativa, passando em termos a ser uma questão de necessidade em prol do meio ambiente. Essa necessidade é crescente e pode ser observada através dos meios de produção de energias não renováveis utilizadas, onde, o uso do petróleo, o gás e o carvão representam atualmente 81% do consumo energético mundial (REN21, 2011). Seu tempo de regeneração é tão longo, que logo se aplica o termo: “não renováveis”. Além do esgotamento das reservas, a produção de energia a partir de combustíveis fósseis tem por consequência a emissão no ar gases que contribuem para o efeito estufa, esse um dos principais responsáveis pelo aquecimento climático.

Por outro lado, o sol, os rios, o vento, o solo e os vegetais, principalmente a madeira, constituem recursos energéticos chamados “renováveis”: uma matéria prima inesgotável, caso seja bem gerenciada, que produz poucas emissões de poluentes na atmosfera (KAZAZIAN, 2005).

O aumento da quantidade e oferta de energia, a garantia da sustentabilidade, a renovação dos recursos, a redução das emissões atmosféricas de poluentes, esses e outros fatores são atribuídos ao uso das energias renováveis, que trazem diversos benefícios ao planeta e aos seus residentes. Principalmente para o quadro atual que vive a humanidade, onde, deslocando-se em um ritmo descontrolado rumo a novas catástrofes ambientais, problemas ecológicos e o aquecimento global. Com o aproveitamento das energias renováveis e dos recursos naturais de maneira correta é de fato o mais importante passo para reverter este quadro. Portanto, com base nesse breve contexto é apresentado nesta etapa do projeto alguns dos principais meios de geração de energia renovável e que de certa forma contribuem contra as mudanças climáticas e o aquecimento global.

2.3.1 A energia eólica

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento, o vento (ANEEL, 2011). A energia eólica é abundante, renovável, limpa e disponível em muitos lugares, onde, aerogeradores ficam com a responsabilidade da geração da energia (Figura 08).



- 1 As correntes de ventos impulsionam o movimento giratório das hélices dos aerogeradores que geram energia mecânica e posteriormente convertida em energia elétrica.
- 2 O Transformador converte a energia recebida das hélices e envia para subestação de energia.
- 3 A Rede Nacional fica responsável pela distribuição da energia.

Figura 08: Esquema da Energia Eólica

Fonte: BBC, 2007

A energia eólica como outras fontes de energia, possuem vantagens e desvantagens na sua aplicação, uma das principais vantagens é seu uso inesgotável; não emite gases poluentes nem geram resíduos; contribui com a diminuição da emissão de gases de efeito estufa; requer baixa manutenção; entre outros. Por outro lado, as principais desvantagens é o impacto sonoro, provocado pelo ruído das pás quando atingidas pelas correntes de ventos; impactos de aves migratórias que se chocam contra as hélices dos aerogeradores; dependência das correntes de ar para o movimento das hélices. (PORTALENERGIA, 2011).

A utilização dessa fonte para geração de eletricidade, em escala comercial, começou nos anos 70, quando se acentuou a crise do petróleo no mundo (IDEC, 2011), desde então sua produção vem crescendo com o passar dos anos (Gráfico 03).

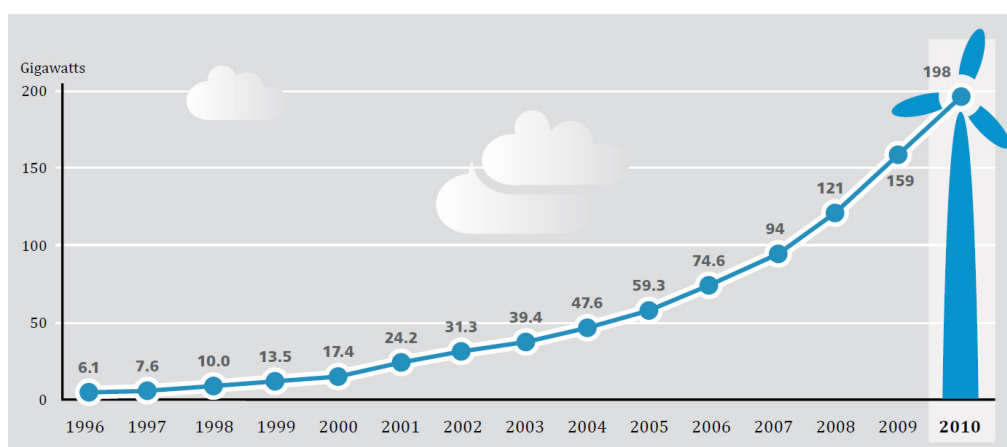


Gráfico 03: Energia eólica, capacidade mundial existente.

Fonte: REN21, 2011

Vários países do mundo aumentam substancialmente seu interesse pelo desenvolvimento de fontes de energia eólica para a produção de energia elétrica, buscando diminuir a dependência do petróleo e do carvão (Gráfico 04).

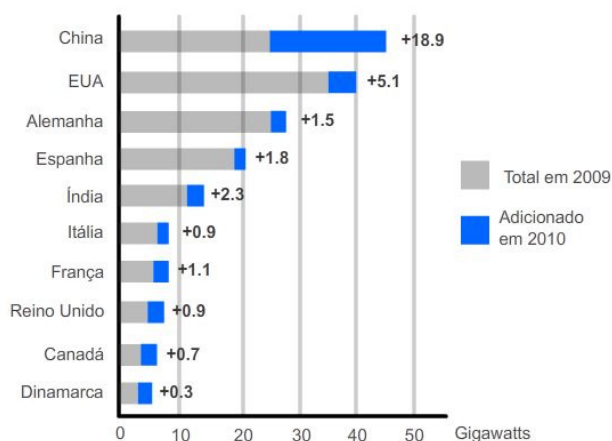


Gráfico 04: Capacidade de energia eólica, top 10 países, 2010.

Fonte: REN21, 2011

Recentes desenvolvimentos tecnológicos (sistemas avançados de transmissão, melhor aerodinâmica, estratégias de controle e operação das turbinas etc.) têm reduzido custos e melhorado o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos. O custo dos equipamentos, que era um dos principais entraves ao aproveitamento comercial da energia eólica, reduziu-se significativamente nas últimas duas décadas.

2.3.2 A energia geotérmica

A fonte de energia geotérmica é aproveitada do imenso calor que flui do núcleo da Terra e de seu manto.

O processo é dado através da perfuração do solo chegando às rochas porosas e permeáveis que contem reservatórios de água quente ou vapor, que são então trazidos à superfície para fazer girar uma turbina e produzir eletricidade (Figura 09).



Figura 09: Princípio de uso da energia térmica

Fonte: PORTALENERGIA, 2011

As vantagens da energia Geotérmica podem ser descritas de tal maneira: Não prejudica a terra, onde também não há a necessidade de barrar rios ou de colher florestas; há ausência da abertura de minas, túneis, covas, pilhas de lixo ou derramamentos de óleo; auxilia países em desenvolvimento a crescerem sem poluição.

Em contrapartida, suas desvantagens estão no seu alto custo inicial para sua implementação; quando não usadas em pequenas zonas de calor do interior da Terra vem à superfície através de gêiseres e vulcões, a perfuração do solo para introdução dos canos é relativamente cara (PORTALENERGIA, 2011).

Nos últimos cinco anos, a produção mundial de energia geotérmica cresceu em média 20%, onde, os países com contribuições mais significativas de capacidade elétrica foram a Islândia, Indonésia, Nova Zelândia, Estados Unidos e Turquia (REN21, 2011).

Até o final de 2010, os totais de instalações de energia geotérmica no mundo geraram cerca de pouco mais que 11 GW, tendo um aumento de apenas 240 MW quando comparado ao ano de 2009, onde se obteve a marca de 67,2 TWh de eletricidade durante o ano (REN21, 2011).

Atualmente as usinas geotérmicas estão operando em pelo menos 24 países, onde países como EUA, Filipinas e Indonésia encabeçam a lista de maiores produtores mundiais (Gráfico 05).

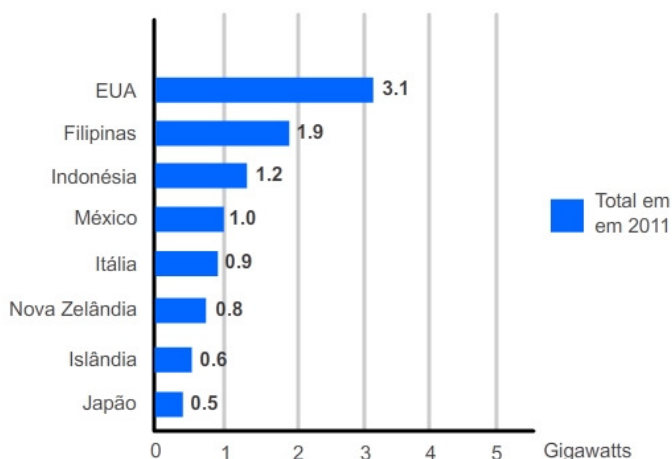


Gráfico 05: Maiores produtores de Energia Geotérmica.
Fonte: REN21, 2011

Segundo o REN21 *Apud* Stephen Lacey (2011), embora o desenvolvimento geotérmico tenha abrandado no ano de 2010 em relação a 2009, essa calma era esperada devido à falta de sondas de perfuração disponíveis, isso devido a competição com a indústria de petróleo e gás, o que tem dificultado desenvolvedores geotérmicos em todo o mundo, enquanto que por outro lado, a falta de mão de obra qualificada é também um dos fatores que tem apresentado sérios desafios para o setor.

2.3.3 A energia hidráulica

A energia hidráulica é a obtenção de energia elétrica através do aproveitamento do potencial hidráulico de um rio. Para que esse processo seja realizado é necessária a construção de usinas em rios, as hidrelétricas, onde, represam a água dos rios, constituindo um reservatório de água, interrompendo pontualmente o fluxo de água.

Seu processo ocorre através de uma fonte contínua, nesse caso, o movimento da água, onde a força da queda de um grande volume de água previamente represada é utilizada para movimentar turbinas que acionam um gerador elétrico (Figura 10).

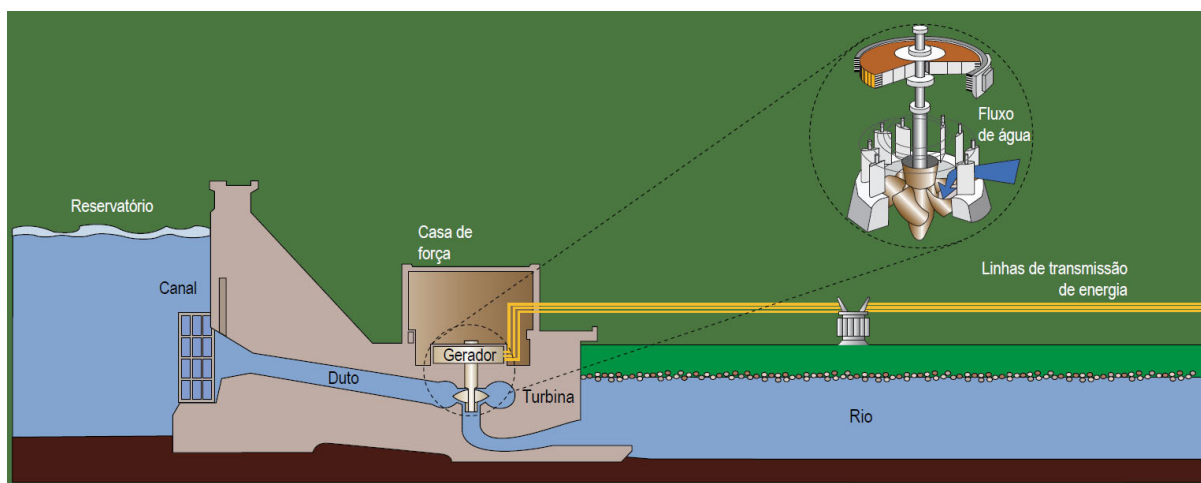


Figura 10: Esquema de Usina Hidrelétrica

Fonte: ANEEL,2008

A energia hidráulica apresenta as seguintes vantagens: É uma energia renovável, portanto, não se esgota; seu custo de produção é relativamente baixo; não polui o ambiente; permite uma forma de abastecimento local para regadios.

As desvantagens se apresentam pela erosão do solo, o que conseqüentemente afeta a vegetação local; pode provocar o deslocamento de populações ribeirinhas; elevado custo de instalação e desativação (PORTALENERGIA, 2011).

Os maiores consumidores da energia hídrica são a China, Brasil, Canadá, Estados Unidos e Rússia (Gráfico 06), o que respondem por 52% do total de capacidade instalada.

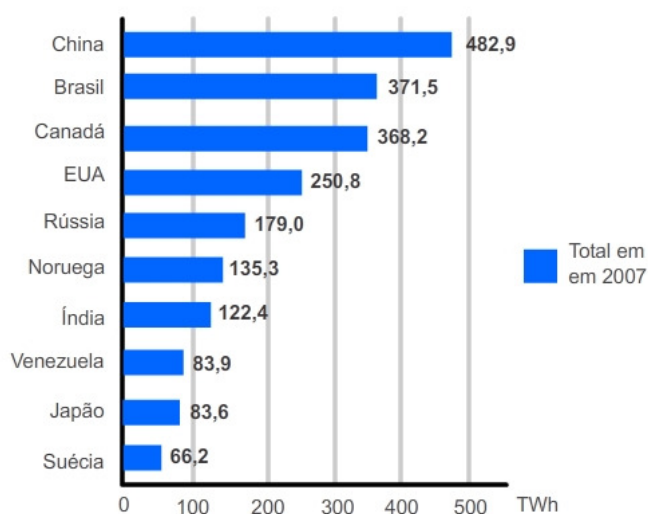


Gráfico 06: Maiores Consumidores da Energia Hidráulica.

Fonte: ANEEL Apud BP, 2008

As Hidrelétricas estão atualmente em uso em cerca de 150 países, a produção de energia hidrelétrica mundial aumentou em mais de 5% em 2010, boa parte dessa produção devido a nova capacidade e o tempo chuvoso na China, o que representou cerca de 16% da eletricidade global.

2.3.4 A energia maremotriz

A energia maremotriz ou também conhecida como energia das marés, é uma das energias mais recentes quando comparadas as demais consideradas renováveis, onde, tem seu processo obtido pelas ondas do mar, que originadas pelo vento contêm uma grande quantidade de energia o que impulsionam o movimento rotacional de turbinas (Figura 11). A potência numa onda é proporcional ao quadrado da amplitude e ao período da onda, exercendo normalmente os 50 kW/m de onda (PORTALENERGIA, 2011).

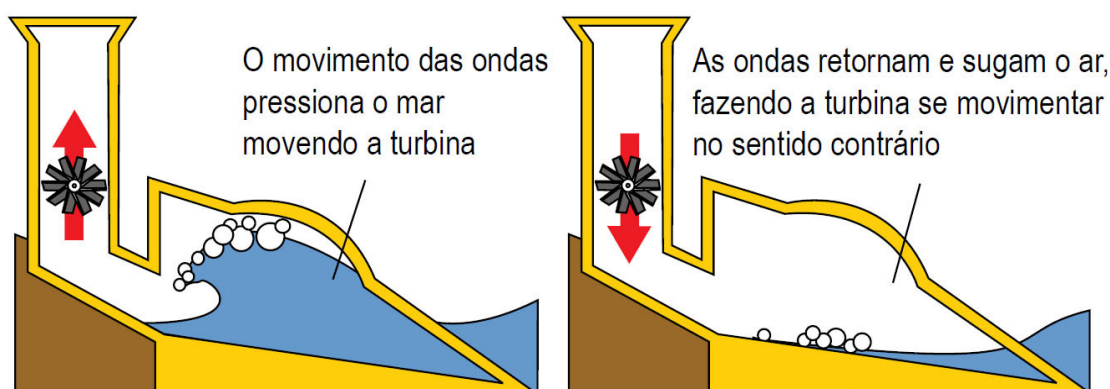


Figura 11: Esquema de geração de energia em usina maremotriz

Fonte: ANEEL, 2008

As vantagens de seu uso podem ser vistas de diversas maneiras, dentre algumas, destaca-se pelo fato de ser uma energia limpa e não poluente; ser uma fonte inesgotável de energia; ter previsibilidade das ocorrências das marés; sua confiabilidade.

As desvantagens são o seu alto custo de instalação; sua construção pode acarretar impactos ambientais; fornecimento não contínuo de energia; as instalações devem ser resistentes o bastante para suportar possíveis tempestades.

A barragem *La Rance* situada no largo da costa francesa é uma das pioneiras de produção de energia através das marés, inicialmente com uma produção de 240MW, desde

1966 vem produzindo energia com o auxílio das marés, atualmente a La Rance produz anualmente cerca de 600 GWh (REN21, 2011).

Por ser um tipo de aproveitamento recente de obtenção de energia, boa parte dos projetos atuais ainda se encontram em fase de desenvolvimento (PORTALENERGIA, 2011). Entretanto é uma das energias mais promissoras e que vem despertando o interesse de diversos países, onde em 2010, instalações de testes foram implantadas no Reino Unido, Dinamarca, Suécia e Canadá, no início de 2011 novas instalações estavam sob desenvolvimento em Portugal, Espanha, Noruega, Irlanda e Estados Unidos (REN21, 2011).

2.3.5 A energia por resíduos orgânicos - Biomassa

Qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada (cujo potencial energético varia de tipo para tipo) quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos (ANEEL, 2008).

O Processo para transformar matéria-prima em energia dá-se através de diversos meios, dentre eles, cada um dá origem a um determinado derivado e está em um nível diferente do ponto de vista tecnológico. Há, por exemplo, a combustão direta para obtenção do calor (Figura 12), esses através de fogões, fornos para metalurgia e caldeiras, para a geração de vapor.

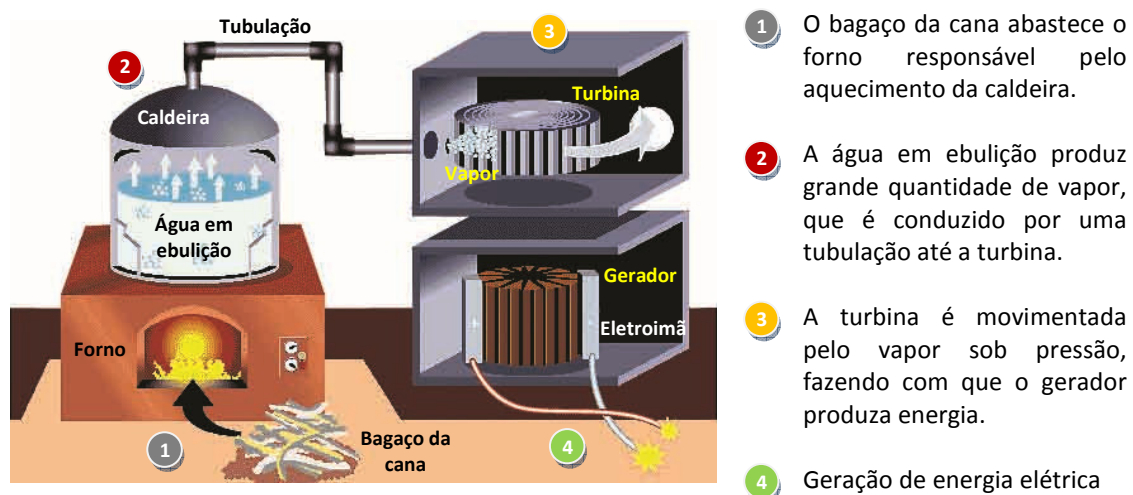


Figura 12: Esquema de geração de energia através da Biomassa

Fonte: ENERGIASALTERNATIVAS,2011

As vantagens do uso dessa energia é a de ser renovável; a biomassa sólida é de baixo custo; o índice de poluição é baixo; o índice de corrosão em equipamentos como caldeiras e fornos são bem baixos.

As desvantagens são o desflorestamento; dificuldade para o transporte da biomassa sólida; baixo poder calorífico quando comparado as demais fontes de energia.

A biomassa é uma das fontes para produção de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Tanto no mercado internacional quanto no interno, ela é considerada uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética e a consequente redução da dependência dos combustíveis fósseis. Dela é possível obter energia elétrica e biocombustíveis, como o biodiesel e o etanol, cujo consumo é crescente em substituição a derivados de petróleo como o óleo diesel e a gasolina.

Ao contrário do que ocorre com outras fontes, não existe um ranking mundial dos maiores produtores de biomassa, apenas estatísticas sobre os principais derivados (ANEEL, 2008).

2.3.6 A energia solar

Como o próprio nome já diz, a energia solar é a energia obtida através do sol, onde quase todas as fontes de energia existentes, sejam elas hidráulicas, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos são formas indiretas da energia solar.

A radiação solar pode ser utilizada de diversas formas, diretamente como fonte de energia térmica para aquecimento de fluidos e ambientes ou na geração de potência mecânica ou elétrica (ANEEL, 2002).

O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais para o aquecimento de água (Figura 13).

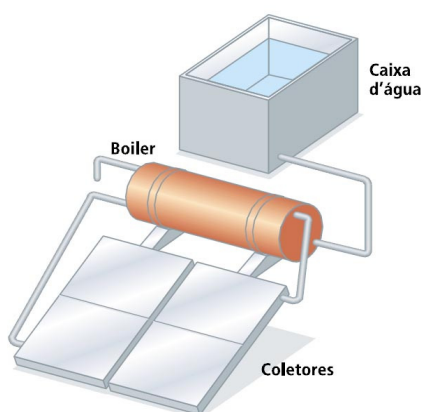
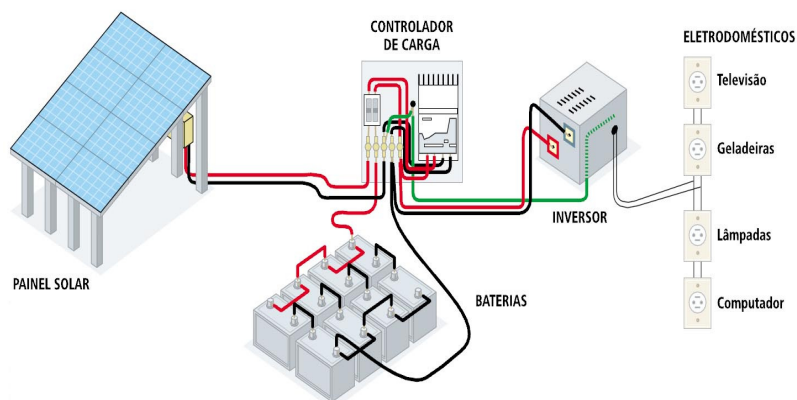


Figura 13: Esquema de um coletor solar para aquecimento de água
Fonte: ANEEL, 2002

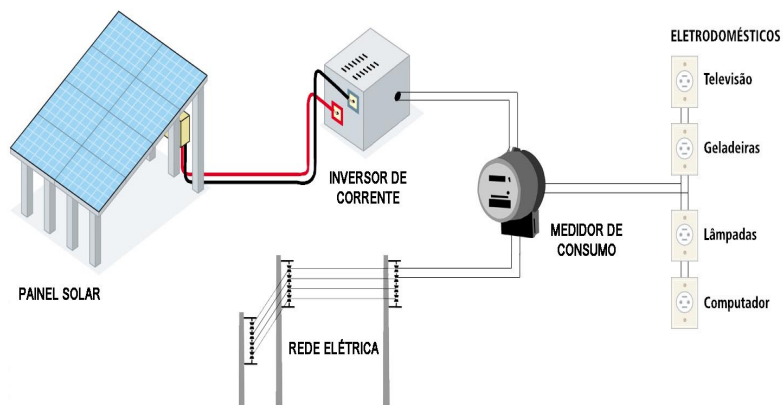
Por sua vez, o aproveitamento para geração de energia elétrica é realizada através da captação da luz solar através de módulos solares, também conhecidos como placas fotovoltaicas ou placas solares, o processo ainda pode ocorrer de duas maneiras, sejam elas autônomas ou integradas à rede, sendo a primeira, independente da rede elétrica, onde a energia é captada pelas placas fotovoltaicas e armazenadas em baterias (Figura 14-A). O uso do sistema autônomo requer ainda um controlador de carga e um inversor de corrente contínua para corrente alternada.

Nos sistemas integrados à rede, dispensam o uso do controlador de carga e as baterias, onde nesse caso, não existe o armazenamento de energia, a captação obtida pelas

placas fotovoltaicas é injetada na própria rede elétrica, trabalhando juntamente com a energia que vem das distribuidoras (Figura 14-B).



(A) – Sistema autônomo da rede elétrica.



(B) – Sistema integrado à rede elétrica.

Figura 14: Esquema de geração de energia fotovoltaica

Fonte: Adaptação ANEEL, 2002

A energia solar oferece diversas vantagens, como o fator de não poluir o ambiente durante o seu uso; exige mínima manutenção; é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão.

Entretanto, as desvantagens são a ausência da produção em períodos noturnos havendo a necessidade de meios de armazenamento da energia; Locais em latitudes médias e altas sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar (PORTALENERGIA, 2011).

A Capacidade de energia solar fotovoltaica foi acrescida em mais de 100 países em 2010, prevalecendo o crescimento dessa tecnologia de geração de energia pelo mundo.

Uma capacidade estimada de 17 GW foi adicionado em todo o mundo em 2010 (em comparação com pouco menos de 7,3 GW em 2009), elevando o total global para cerca de 40 GW (Gráfico 07), sete vezes a mais que a capacidade de operação dos cinco anos anteriores (REN21, 2011).

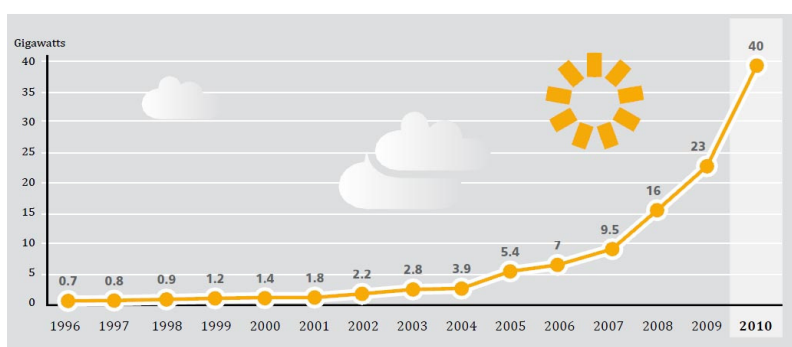


Gráfico 07: Capacidade de energia solar mundial, 1995-2010.

Fonte: REN21, 2011

Em 2010, a União Europeia dominou o mercado fotovoltaico global, contabilizando cerca de 80% do total mundial (Gráfico 08), uma média de 13,2 GW recém-instalada, o suficiente para atender o consumo de eletricidade de cerca de 10 milhões de lares europeus (REN21, 2011).

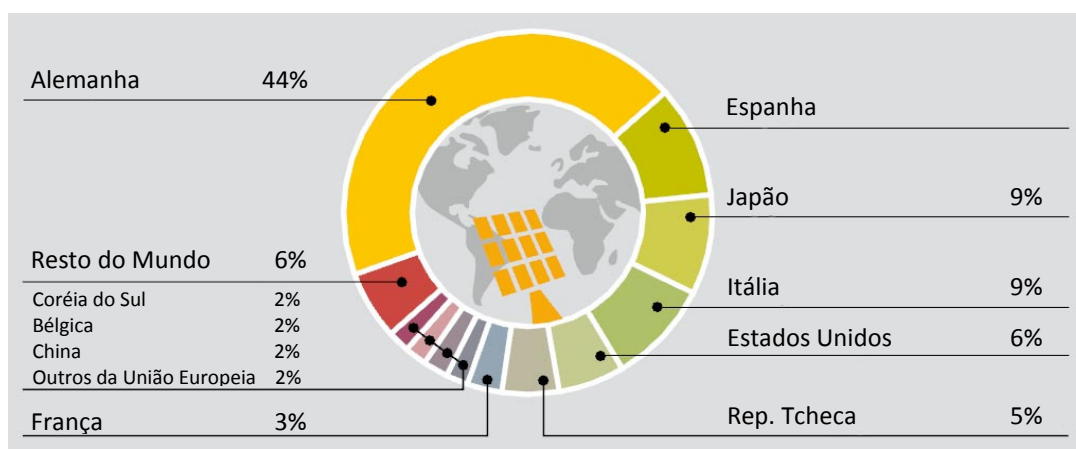


Gráfico 08: Mercado Fotovoltaico Global 2010.

Fonte: REN21, 2011

2.3.7 Visão Geral

De um modo geral, como já citado, a matriz energética mundial está longe de ser um meio de produção de energia totalmente limpa, porém como visto em tópicos anteriores, diversos países buscam reverter esse quadro atribuindo através de políticas e meios de energias renováveis a seus meios de produção de energia, o que vem aumentando nos últimos anos (Quadro 02).

Quadro 02: Seleção de Indicadores

Fonte: Adaptação REN21, 2011

		2008	2009	2010
Novos investimentos globais em energias renováveis (anual)	U\$ Bilhões	130	160	211
Capacidade de energia renováveis (existente, não incluindo hidrelétricas)	GW	200	250	312
Capacidade de energia renováveis (existente, incluindo hidrelétricas)	GW	1.150	1.230	1.320
Capacidade hidrelétrica (existente)	GW	950	980	1.010
Capacidade de energia eólica (existente)	GW	121	159	198
Capacidade de Energia Solar existente	GW	16	23	40
Produção de células solares (anual)	GW	6.9	11	24
Capacidade solar de água quente (existente)	GW	130	160	185
Produção de etanol (anual)	Bilhões de litros	67	76	86
Biodiesel de produção (anual)	Bilhões de litros	12	17	19
Países com política de metas	-	79	89	96

Deve-se entender que a mudança de uma matriz energética de um determinado país não é um processo simples nem tão pouco rápido, países como China e Estados Unidos que encabeçam a lista de países mais poluentes devido aos seus meios de produção atuais, também encabeçam as listas de investidores e produtores de energias renováveis (Quadro 03 e 04), contribuindo na medida do possível pra um desenvolvimento sustentável.

Quadro 03: Cinco principais países; acréscimos anuais em 2010

Fonte: REN21, 2011

Nova capacidade de investimento	Energia Eólica	Energia Solar	Energia solar p/ aquecimento	Produção de Etanol	Produção de Biodiesel
China	China	Alemanha	China	EUA	Alemanha
Alemanha	EUA	Itália	Alemanha	Brasil	Brasil
EUA	Índia	Rep. Tcheca	Turquia	China	Argentina
Itália	Espanha	Japão	Índia	Canadá	França
Brasil	Alemanha	EUA	Austrália	França	EUA

Quadro 04: Cinco principais países; capacidade existente até o final de 2010

Fonte: REN21, 2011

Capacidade de energias renováveis ¹	Capacidade de energias renováveis ²	Energia Eólica	Energia de Biomassa	Energia Geotérmica	Energia Solar	Energia solar p/ aquecimento
EUA	China	China	EUA	EUA	Alemanha	China
China	EUA	EUA	Brasil	Filipinas	Espanha	Turquia
Alemanha	Canadá	Alemanha	Alemanha	Indonésia	Japão	Alemanha
Espanha	Brasil	Espanha	China	México	Itália	Japão
Índia	Alemanha	Índia	Suécia	Itália	EUA	Grécia

1 - Não incluindo energia hidráulica / 2 - Incluindo energia hidráulica

Por fim, é importante ainda salientar que, para que haja melhorias a fim de obter um desenvolvimento sustentável, é imprescindível que não baste apenas a mudança do setor elétrico, e sim um trabalho em conjunto com a consciência focada nas formas de produção e consumo, ou seja, indústria e consumidor devem exercer um trabalho mútuo, visando pontos como produção, desperdício, consumo e descarte.

2.4 Design e Energia

Há tempos que a iluminação perdeu sua finalidade básica de simplesmente gerar luz aos ambientes com pouca ou nenhuma quantidade de luz. Com o acelerado avanço tecnológico, e consequentemente com as significantes melhorias no setor elétrico, a iluminação ganhou com o passar dos tempos diversos outras variáveis, dentre elas a funcionalidade, estética e conforto.

A função estética juntamente com a função prática e a qualidade da luz tendem a afetar benéficamente as pessoas de várias maneiras diferentes. Por exemplo, a produtividade de um trabalhador em seu espaço de trabalho pode ser influenciada positivamente devido a uma iluminação bem concebida, tendo como consequência o aumento da produtividade diária deste trabalhador (IALD, 2011). Esses resultados são consequências da integração de dois saberes, o Design e a Energia, que trabalham sempre a favor de um projeto de iluminação seja simples ou sofisticado, de forma a atender os requisitos básicos de funcionalidade e conforto.

Com a junção das áreas de Design e Energia surge o termo *Lighting Design*, onde, arte e ciência voltadas para iluminação trabalham em conjunto em prol do ambiente humano. Cabem aos *Lighting designers*, profissionais habilitados, a aplicar essa arte e ciência a projetos e, conseqüentemente, auxiliar no sucesso de seu desenvolvimento (SÁ, 2011). O *Lighting Designer* entende não apenas o papel da iluminação voltada para arquitetura ou design de interiores, e sim, em diversas outras áreas, onde, contam ainda com uma vasta experiência e conhecimento em equipamentos e sistemas de iluminação que melhoraram e fortalecem o design. Portanto, é imprescindível que o profissional *Lighting Designer* possua de uma educação multidisciplinar em sua trajetória, pois conhecimentos como física, óptica, eletricidade, ergonomia, negócios, questões ambientais, construção, visão de arte e design, são essenciais para criar grandes e inovadoras soluções de iluminação (IALD, 2011). Os *Lighting Designers* são um recurso de grande importância para empresas que buscam inovações, soluções de iluminação prática e economicamente viável.

O *lighting designer* no mundo ainda é uma profissão não regulamentada, pois se trata de uma profissão relativamente recente. Um dos fatores que dificultam o trabalho de regulamentação em diversos países é a ausência de profissionais qualificados para o setor, que ainda são poucos, não justificando a sua regulamentação (SÁ, 2011).

Apesar da não regulamentação da profissão do Lighting Design, o que não impede que diversos profissionais espalhados pelo mundo, desenvolvam seus projetos voltados para economia, sustentabilidade e o bem-estar humano.

2.4.1 A Iluminação para o espaço público

A iluminação para o espaço público, até recentemente, tem sido direcionada para iluminação de ruas e avenidas das cidades, podendo também ser aplicadas a outros espaços públicos como parques, praças e jardins privados de recuo frontal do lote (MASCARÓ, 2006).

Segundo Lourenço Jr. (2008) as luminárias convencionais encontradas hoje em dia, na maior parte, são desenvolvidas dentro dos seguintes eixos:

- Iluminação externa: Iluminação pública para ruas, avenidas, praças e para jardins.
- Iluminação interna: Iluminação voltada para ambientes fechados.
- Iluminação portátil: Luminárias portáteis, lanternas.

Dentro do contexto de iluminação externa pública, é possível encontrar atualmente no mercado diversos modelos, onde, se tem a maior presença dos modelos equipados com uma, duas ou até quatro luminárias (Figura 15).

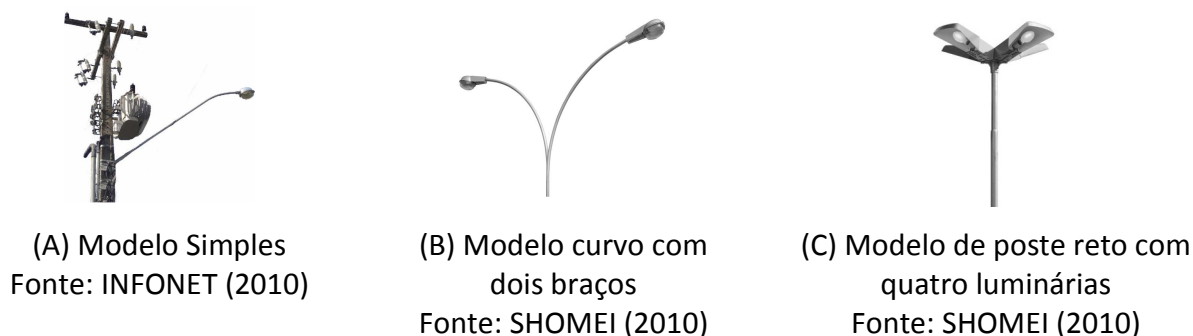


Figura 15: Luminárias públicas mais usuais

Os modelos equipados com duas ou quatro luminárias (Figuras 15-B e 15-C) são trabalhados sob uma metodologia de design, atrelando os fatores da estética e funcionalidade. Geralmente esses tipos de equipamentos são destinados à iluminação de vias públicas de veículos e à iluminação de ruas, praças e jardins, respectivamente, onde, ambas podem ser dispostas com lâmpadas de vapor de sódio, multivapores metálicos ou vapor de mercúrio.

Os modelos simples (Figura 15-A) são geralmente os mais comuns e mais aplicados à iluminação pública de bairros e cidades, esse tipo de luminária peca por sua carência na estética, onde nesse caso o ponto requisitado é a funcionalidade, dispostas com componentes básicos para o fornecimento de iluminação (Figura 16), onde um poste pré-moldado em concreto dá suporte à sustentação da rede elétrica e as luminárias nos quais fornecem a iluminação do ambiente.

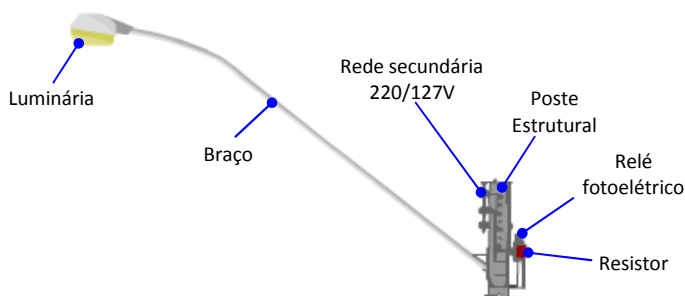


Figura 16: Componentes de uma luminária pública simples
Fonte: Próprio Autor

As desvantagens do uso dessas atuais luminárias que além do fato de serem inadequadas à sustentabilidade, apresentam outras situações desfavoráveis, como a ligação através de redes de cabos elétricos, que quando em distâncias relativamente longas há perdas consideráveis de energia. A manutenção dos equipamentos também é um fator a ser observado, devido a grande quantidade de luminárias existentes, há ausência de uma manutenção preditiva, predominando apenas a manutenção corretiva. Outro fator são as lâmpadas utilizadas por esses sistemas, onde grande parte dessas luminárias é equipada com lâmpadas de vapor de sódio ou vapor de mercúrio, esse último, traz consigo sérios malefícios ao meio ambiente. Conforme apresentado no item 1.2.2

2.4.2 A Iluminação baseada na energia verde

Tendo em vista as atuais preocupações com o planeta, conseqüentemente, surge a real necessidade da concepção de produtos que sejam menos agressivos ao meio ambiente, onde cada vez mais profissionais estão aderindo ao conceito da energia verde em e a utilização de materiais renovados seus projetos.

Com base nesse contexto, podem ser percebidos em dois modelos de luminárias (Figura 17-A e 17-B) desenvolvidas pela empresa japonesa Kyocera, nos quais tentam a aproximação do conceito verde aos seus projetos. Nestes similares, um dos conceitos que aos poucos vem ganhando seu espaço no mercado é a energia solar fotovoltaica. Apesar de identificar que nesses e em muitos projetos já estão sendo integrados os painéis fotovoltaicos, a utilização de materiais renovados ainda é pouco difundida. Estes dois exemplos da Kyocera deixam claro que existe uma preocupação na sustentabilidade, mas esta ainda não é integralizada no projeto.



Modelo A



Modelo B

Figura 17: Postes solares Kyocera

Fonte: KYOCERA, 2011

Visando também o conceito de sustentabilidade, a empresa norte americana *Duggal Energy Solution*, desenvolveu um projeto de iluminação pública denominada *Lumisolair* (Figura 18), que com o mesmo propósito dos modelos de luminárias desenvolvidas pela Kyocera, visa atender locais como rodovias, ruas, estacionamentos, fachadas, museus e outras aplicações comerciais. O diferencial entre as outras luminárias citadas anteriormente, é que a *Lumisolair* além de utilizar iluminação solar também utiliza o vento para gerar energia. Uma turbina produz energia elétrica que alimenta os leds.



Figura 18: Poste solar *Lumisolair*
Fonte: LUMISOLAIR, 2011

No Brasil, aos poucos a energia obtida através do sol vai ganhando seu espaço, com sistemas integrados de energia fotovoltaica voltada para iluminação pública. Tais modelos já podem ser encontrados em algumas regiões, inclusive em algumas cidades pernambucanas, como em belo Jardim, Caruaru e Vitória de Santo Antão (Figura 19), no caso de Belo Jardim e Caruaru, o uso dessa energia para iluminação pública ainda é bem discreta, pois cada cidade dispõe de apenas um único modelo instalado em um determinado ponto de cada cidade. Em Vitória de Santo Antão, ao contrário das cidades citadas anteriormente, ainda não dispõe de um modelo público, porém vale destacar o investimento realizado pela recém-implementada indústria de alimentos na região, a *Kraft Foods*, localizada as margens da BR-232, a indústria dispõe de cerca de 40 postes equipados com energia solar fotovoltaica atribuídos ao longo do pátio externo da indústria, gerando iluminação renovável e também contribuindo para desenvolvimento sustentável.



(A) Iluminação Solar
Belo Jardim-PE

Fonte: CIÊNCIAEMEIOAMBIENTE, 2011



(B) Iluminação Solar
Caruaru-PE

Fonte: próprio autor, 2011



(C) Iluminação Solar
Kraft Foods, Vitória de Santo
Antão – PE

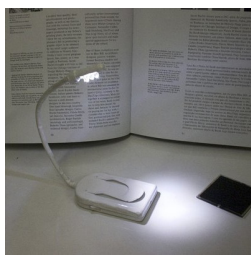
Fonte: próprio autor, 2011

Figura 19: Luminárias à energia solar fotovoltaica

Desenvolver produtos que tenham ênfase a sustentabilidade nem sempre é uma tarefa fácil, pois não basta apenas desenvolver um produto propriamente dito, há também a necessidade de toda uma metodologia focada para o meio ambiente, onde uma pesquisa atrelada a escolha certa dos materiais podem fazer toda a diferença na concepção de um determinado produto.

Tendo em vista esses fatores, atualmente a preocupação com a formação de profissionais que direcionem suas pesquisas voltadas para o termo sustentabilidade, fica muitas vezes por conta das universidades, onde, dentro das salas de aulas e/ou através de grupos de pesquisas, professores juntamente com seus alunos se revezam na busca por soluções a fim de criar novos produtos que de certo modo não tragam malefícios ao meio ambiente. Tendo atualmente como um desses meios, o grupo de pesquisa SENDES – Soluções em Energia e Design, pela Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste, onde se tem por meio de uma área de abordagem interdisciplinar, em Design e em Engenharia, a introdução de conceitos e práticas de efficientização e de utilização de novas fontes de geração de energia elétrica, objetivando introduzir práticas didático-pedagógicas que aliem a inovação tecnológica às soluções do design.

O grupo SENDES tem como objetivo, incentivar a implementação da energia fotovoltaica na área de iluminação e na geração de novos negócios autossustentáveis, fazendo-se ainda da utilização de materiais renováveis e/ou recicláveis, onde cada aluno no decorrer da vida acadêmica, apresentam seus trabalhos em forma de modelos funcionais em escala e/ou tamanho natural (Figura 20).



(A) Mobile Sun Light
Amanda Lucena
Pedro Oliveira



(B) Lanterna Solar Portátil
Damiana Joaquina
Maria Glaubervânia



(C) Sinalizador Luminoso
Aline Harten
Milena Farias



(D) Luminária para Embarcações
Camilla Pita
Wanessa Cristina

Figura 20: Modelos Funcionais do Grupo de Pesquisa SENDES

Fonte: LOURENÇO JUNIOR, 2011

Dentro deste contexto, é preciso ter a consciência de que a preocupação com o planeta, em nível local e mundial, é hoje uma necessidade. Algumas das decisões que as sociedades vão precisar tomar dependerão de uma solidariedade global. É neste contexto que se discute o papel do profissional de Design frente às questões sociais, ambientais e tecnológicas da sociedade moderna (LOURENÇO JUNIOR, 2011).

Nos dias atuais o conceito de ECODESIGN, baseia-se na redução do uso de recursos não renováveis em projetos arquitetônicos, produtos e serviços, minimizando assim o impacto ambiental. Os princípios que norteiam este conceito estão expressos na: escolha de materiais de baixo impacto ambiental: menos poluentes, não-tóxicos, de produção sustentável, renovado ou reciclado; eficiência energética utilizando fontes de energia renovável e processos de fabricação e consumo com menos energia; de qualidade e durabilidade com produtos que tenham longa vida útil e funcionem melhor a fim de gerar menos lixo, seguindo a lógica de ser em função do bem estar social, do exercício da liberdade e da cooperação entre os povos (LOURENÇO JUNIOR, 2011).

Parte II

Elaboração do Projeto

3 – Estratégia

3.1 O Projeto

Alinhado com as preocupações ambientais, juntamente com o Grupo de Pesquisa Sendes – Soluções em Energia e Design, foi realizada uma análise mercadológica na área de iluminação pública, no nordeste brasileiro, e foi constatado a importância de um produto com diferencial sustentável. Com isso, observou-se a importância da concepção de uma luminária pública eficiente, sustentável e autônoma da rede elétrica. Onde se obteve em projeto anterior o desenvolvimento das pesquisas chegando à conclusão do protótipo, denominado LUMISOL (Figura 21).



Figura 21: Lumisol – 1º Projeto
Fonte: Próprio Autor, 2010

No projeto LUMISOL, prevaleceu o uso de componentes recicláveis e renováveis (Figura 22), tendo destaque a utilização da energia solar fotovoltaica como fonte de energia renovável, descartando a utilização da energia proveniente das redes convencionais elétricas. A substituição das lâmpadas convencionais por LEDs, que além de consumos elétricos muito reduzidos garante um tempo de vida de até 50.000 horas. E por fim o uso do bambu como elemento estrutural, substituindo os atuais modelos de postes existentes no mercado, geralmente produzidos em cimento.

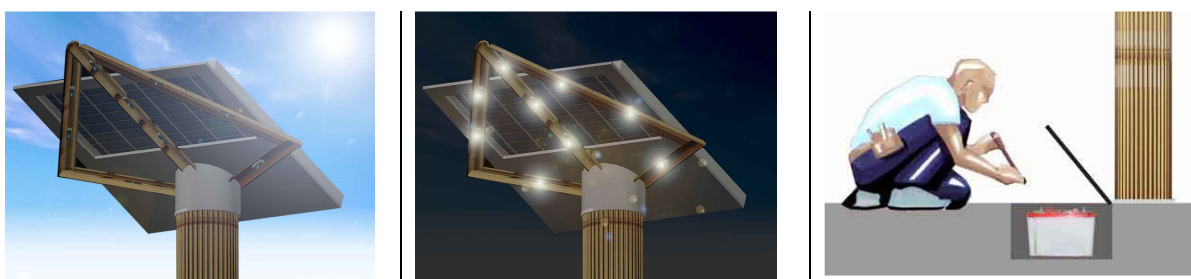
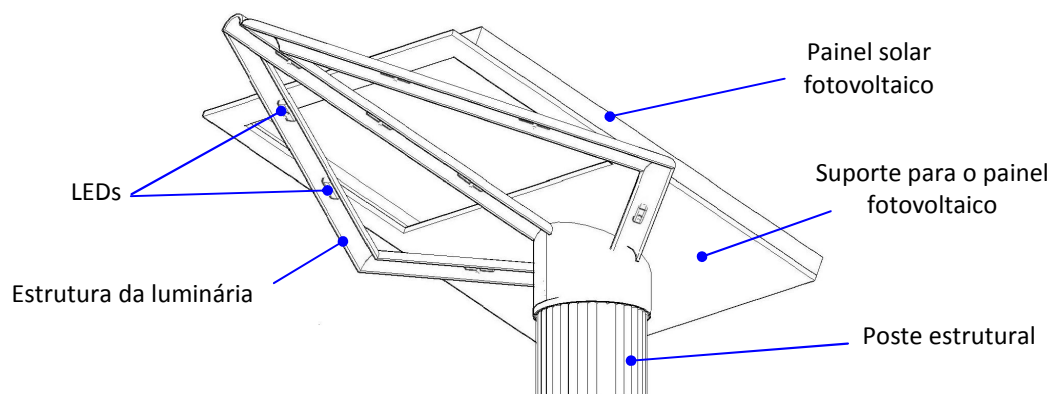


Figura 22: Componentes básicos da LUMISOL – 1º Projeto

Fonte: Próprio Autor, 2010

O presente trabalho visa realizar o redesign da LUMISOL, onde se tem como objetivo o resgate de pontos positivos do primeiro projeto, tais como a busca e utilização de materiais que não agredem o meio ambiente, gerar um produto com um baixo consumo de energia elétrica, a utilização da energia renovável e paralelamente corrigir pontos falhos, esses observados em sua montagem e período de funcionamento.

3.1.1 Análise do 1º projeto

O primeiro projeto teve como meta a tentativa de aproximação ao máximo dos “3Rs” (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), cujo objetivo inicial, foi de desenvolver uma luminária pública que atendesse aos requisitos de um projeto autossustentável, e que fosse atribuído a sua estrutura componentes que não acarretassem prejuízos ao meio ambiente.

Inicialmente tais requisitos foram atendidos, porém após concretização do protótipo foram percebidos pontos passíveis a melhorias, como por exemplo, a atribuição de materiais mais leves e de maior resistência a intempéries.

Tendo como ponto de partida a análise da base da luminária (Figura 23-A), base essa, que tinha a finalidade de dar sustentação ao poste estrutural. Consistia de uma chapa de aço quadrada com dimensões de 400x400 mm, na qual recebia doze tubos de aço de diâmetro de 1" unidos através de solda elétrica. Esse conjunto tinha a finalidade de segurar as varas de bambu (Figura 23-B) formando o poste estrutural da luminária.



(A) – Base para sustentação do poste



(B) – Base com bambus

Figura 23 – Base da luminária

Fonte: Próprio Autor, 2010

Este tipo de estrutura não teve uma boa aceitação, devido às medidas dos tubos em relação aos bambus, que nesse caso, algumas das varas de bambu sofrem trincamentos (Figura 24), esses, ocasionados no momento da montagem ou posteriormente, com o movimento constante provocado pelos ventos.



Figura 24 – Trincamentos no Bambu

Fonte: Próprio Autor, 2010.

O mesmo se sucedeu na parte superior da luminária, o componente produzido (Figura 25) no qual tinha a finalidade de elemento de união de a placa solar com o poste estrutural, também não apresentou bons resultados, provocando trincas nos bambus e, além disso, devido ao seu excessivo peso dificultava no momento de sua montagem.



Figura 25 – Componente para suporte da Placa solar

Fonte: Próprio Autor, 2010.

Pode-se dizer ainda, que outro fator dificultoso encontrado no projeto foi o uso do bambu como elemento estrutural, devido a não ser um componente totalmente linear, o que dificultava na composição da luminária. Outro fator é a espécie comercializada na região, denominada “cana da Índia”, que além de serem difíceis de serem encontradas na região, este tipo de espécie é vendida sem tratamento o que provoca uma aceleração de sua degradação quando exposta por longos períodos sob condições de intempéries.

No mais, o projeto atendeu bem aos requisitos de sustentabilidade, onde a atribuição da placa fotovoltaica de 70W juntamente com uma bateria de 150A supriram satisfatoriamente a demanda de geração e armazenamento de energia. Os LEDs, por sua vez trabalharam de forma econômica e forneceram uma iluminação eficiente e adequada nos períodos de ausência de luz.

3.2 Definições das necessidades dos usuários

Esta etapa consistiu no mapeamento das necessidades informacionais dos usuários, baseada em fontes de pesquisa como a ABEP - Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas e métodos de entrevistas realizados pelo próprio autor.

3.2.1 Foco de mercado

O projeto tem como foco principal o poder público, devido à sua implementação pertencer a espaços destinados a sociedade como praças, parques e jardins. É destinado a usuários do sexo masculino quanto feminino com faixa etária entre 30 e 60 anos nos quais se utilizam desses meios públicos.

Público das Classes B1, B2 e C1. Esses, baseado no modelo de classificação econômica proposto pela ABEP (Quadro 05).

Quadro 05: Classificação Socioeconômica no Brasil

Fonte: ABEP, 2011

Classe	Pontos	Renda Familiar Média
A1	42 a 46	R\$ 14.366,00
A2	35 a 41	R\$ 8.099,00
B1	29 a 34	R\$ 4.558,00
B2	23 a 28	R\$ 2.327,00
C1	18 a 22	R\$ 1.391,00
C2	14 a 17	R\$ 933,00
D	8 a 13	R\$ 618,00
E	0 a 7	R\$ 403,00

3.2.2 Usuários

Em pesquisa realizada através de entrevistas junto aos usuários (Anexo A), pesquisa essa, realizada pelo próprio autor, foi possível concluir que os usuários entrevistados possuem formação acadêmica, onde ocupam cargos com uma média de salário acima de três salários mínimos, usufruem de um relacionamento estável, onde prevalece maioria com a condição civil de casados.

Possuem um estilo de vida ativo e agitado, onde atividades de trabalho ocupam todo o período diurno, por sua vez, atividades de lazer ficam restritas há apenas alguns dias durante a semana em períodos noturnos ou em finais de semana.

São usuários que se destinam a prática de esportes pelo menos duas vezes na semana, sendo a musculação/malhação, a caminhada e corrida como esportes mais praticados, seguidos do futebol, voleibol e a natação como exercícios complementares.

São ainda frequentadores de centros religiosos, dentro os quais frequentam pelo

menos uma vez a cada mês, onde a participação em eventos ou atividades em grupos religiosos fica limitada uma vez a cada seis meses.

3.2.3 Tecnologia

As tecnologias que os usuários desse grupo conhecem e disponibilizam são os iPads e aparelhos celulares com tecnologia touchscreen e sistema android, aparelhos de TV a LED e/ou 3D, notebooks ultra compactos, equipamentos eletrônicos voltados para entretenimento como as plataformas Nintendo Wii, Playstation 3 e XBOX.

As tecnologias disponíveis no mercado local são a banda larga móvel, redes de compartilhamento Wi-fi, sistemas de ensino via à distância, aparelhos celulares com multifunções, TVs de alta resolução, sistema gratuito para algumas regiões de TV em alta definição, aparelhos de reprodução de vídeo em alta qualidade como o Blu-ray, por fim, ainda meio que tímido, sistemas renováveis de energia, como a energia eólica e solar.

3.2.4 Expectativas

Foi possível constatar que a maioria dos usuários que utilizam um sistema de iluminação pública, tem de um modo geral a necessidade de uma iluminação constante e eficiente, proporcionando uma área bem iluminada para os que transitam no local.

As expectativas dos usuários estão centradas em uma boa iluminação, tendo como consequência uma melhor visibilidade durante os períodos noturnos e em paralelo evitando também os riscos de assalto. Por fim, de modo bem sucinto parte dos usuários tem preferência por um tom de luz na cor branca, de alta intensidade, porém, sem o desconforto de ofuscamentos.

3.3 Definições dos objetivos do sistema

3.3.1 Diretrizes gerais

O produto a ser desenvolvido se trata de uma luminária voltada para ambientes públicos, voltada para iluminação de parques, praças e afins.

A justificativa desse projeto se aplica no desenvolvimento de um produto que forneça uma iluminação eficiente, econômica e visando a sustentabilidade ambiental.

3.3.2 Conhecimentos do mercado

Por se tratar de um produto direcionado para sociedade, vindo a ser aplicados em parques, praças e afins, o nicho principal do projeto está focado no poder público, por ser responsável por tais setores.

O nicho secundário está direcionado as instituições privadas, podendo ter a aplicabilidade do projeto a espaços abertos como estacionamentos, pátios, entre outros.

4 – Escopo

4.1 Especificações funcionais

Visando a elaboração e construção de um projeto para o espaço público, tem-se como meta atender os seguintes critérios:

- a) Fornecer uma iluminação eficiente;
- b) Utilizar materiais resistentes ao tempo;
- c) Utilizar materiais resistentes ao vandalismo;
- d) Ocultar fiação;
- e) Utilizar meios que dificultem ao furto dos equipamentos.

Etapa 5 – Estrutura

5.1 Modularização

Esta etapa consiste na subdivisão dos componentes existentes no projeto, nos quais vistos em módulos (Quadro 06) a fim de gerar uma melhor visualização de todos os componentes atribuídos ao sistema desenvolvido.

Quadro 06: Modularização

Fonte: Próprio Autor, 2011

	Módulo de Captação Solar	Responsável pela captação da energia solar.
	Módulo de Armazenamento de Energia	Responsável pelo armazenamento da energia.
	Módulo de Iluminação	Responsável pela geração de luz no equipamento.
	Módulo de Condução de Energia	Responsável pela condução da energia por todo o equipamento.
	Módulo de Controle da Energia	Composto por equipamentos que controlam a quantidade de energia fornecida ao sistema.
	Módulo de Acionamento / Desativação	Responsável pelo acionamento e desligamento do sistema
	Módulo de fixação	Responsável pela união da estrutura do equipamento.
	Módulo de Conservação	Materiais responsáveis pela Estrutura do equipamento.

5.2 Componentes

Esta etapa consiste na definição de componentes (Quadro 07), essa, baseada na modularização citada no tópico anterior, tem a finalidade de definir de forma concreta os componentes nos quais fazem parte do projeto.

Quadro 07: Componentes

Fonte: Próprio Autor, 2011

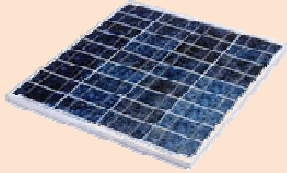
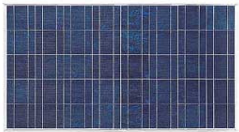
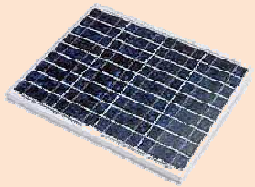
	Módulo de Captação Solar	Utilização de placas fotovoltaicas para a captação da energia solar.
	Módulo de Armazenamento de Energia	Utilização de acumuladores de energia, a fim de armazenar a energia gerada pelas placas fotovoltaicas.
	Módulo de Iluminação	Utilização de componentes que forneçam iluminação com economia e eficiência.
	Módulo de Condução de Energia	Utilização de fios e cabos para condução da energia elétrica.
	Módulo de Controle da Energia	Atribuição de limitadores de energia, a fim que haja o controle e distribuição de maneira correta da energia pelo sistema.
	Módulo de Acionamento / Desativação	Atribuição de fotocélulas que tenham a finalidade de acionar ou desativar o sistema automaticamente.
	Módulo de Fixação	Utilização de elementos de união que forneçam uma maior fixação a estrutura, como parafusos, porcas, arruelas, arrebites, etc.
	Módulo de Conservação	Atribuição de materiais que quando aplicados à estrutura forneçam uma maior proteção contra intempéries.

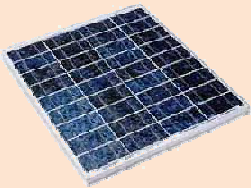
5.3 Pesquisa de componentes

Esta etapa foi realizada uma pesquisa dentro de cada respectivo módulo referente aos diversos componentes dentre os quais poderiam ser utilizados no projeto.

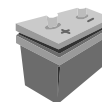
**Quadro 08:** Placas Fotovoltaicas

Fonte: CASASOLAR, 2011

Modelo	Especificações	
 Painel Solar Fotovoltaico de 10W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de Circuito Aberto: - Corrente de Curto Circuito: - Altura: - Largura: - Espessura - Peso: - Fabricante: - Procedência:	10.95 watts 17.89V 0.61A 22.89V 0.66A 349 mm 291 mm 17 mm 1.3kg FiveStar Solar Hong Kong
 Painel Solar Fotovoltaico de 20W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de circuito aberto: - Corrente de curto circuito: - Altura: - Largura: - Espessura: - Peso: - Fabricante: - Procedência:	20.75 watts 17.52V 1.18A 22.42V 1.28A 525 mm 349 mm 17 mm 3kg FiveStar Solar Hong Kong
 Painel Solar Fotovoltaico de 40W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de Circuito Aberto: - Corrente de Curto-Circuito: - Altura: - Largura: - Espessura: - Peso: - Fabricante: - Procedência:	43 Watts 17,4 V 2,48 A 21,7 V 2,65 A 526 mm 652 mm 54mm 4.5 Kg Kyocera Solar Japão

Modelo	Especificações	
 Painel Solar Fotovoltaico de 50W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de Circuito Aberto: - Corrente de Curto-Circuito: - Altura: - Largura: - Espessura: - Peso: - Fabricante: - Procedência:	50 Watts 17,4 V 3,11 A 21,7 V 3,31 A 639 mm 652 mm 54mm 5 Kg Kyocera Solar Japão
 Painel Solar Fotovoltaico de 50W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de Circuito Aberto: - Corrente de Curto-Circuito: - Altura: - Largura: - Espessura: - Peso: - Fabricante: - Procedência:	50 Watts 16,2 V 3,10 A 21,0 V 3,40 A 861 mm 536 mm 34mm 5,5 Kg SolarWorld EUA
 Painel Solar Fotovoltaico de 60W	- Potência Máxima: - Voltagem de Máxima Potência: - Corrente de Máxima Potência: - Voltagem de Circuito Aberto: - Corrente de Curto-Circuito: - Altura: - Largura: - Espessura: - Peso: - Fabricante: - Procedência:	65 Watts 17,4 V 3,75 A 21,7 V 3,99 A 751 mm 652 mm 54mm 6.0 Kg Kyocera Solar Japão

5.3.2 Módulo de Armazenamento de Energia



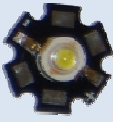
Quadro 09: Baterias Estacionárias e automotivas

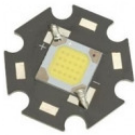
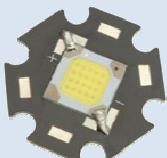
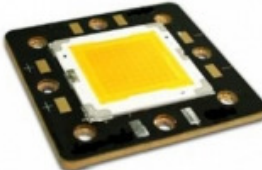
Fonte: CASASOLAR, 2011

Modelo	Especificações	Modelo	Especificações
 Bateria Estacionária 30 Ah	- Capacidade: 30 Ah - Comprim: 175 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: 8,8kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 40 Ah	- Capacidade: 40 Ah - Comprim: 210 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar
 Bateria Estacionária 40 Ah	- Capacidade: 40 Ah - Comprim: 175 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: 9,7kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 50 Ah	- Capacidade: 50 Ah - Comprim: 207 mm - Largura: 175 mm - Altura: 190 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar
 Bateria Estacionária 50 Ah	- Capacidade: 50 Ah - Comprim: 210 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: 12,5kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 60 Ah	- Capacidade: 60 Ah - Comprim: 244 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar
 Bateria Estacionária 60/70 Ah	- Capacidade: 60 / 70 Ah - Comprim: 244 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: 14,7kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 70 Ah	- Capacidade: 70 Ah - Comprim: 281 mm - Largura: 175 mm - Altura: 175 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar
 Bateria Estacionária 105 / 115 Ah	- Capacidade: 105/115Ah - Comprim: 330 mm - Largura: 172 mm - Altura: 240 mm - Peso: 27,1kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 75 Ah	- Capacidade: 75 Ah - Comprim: 273 mm - Largura: 170 mm - Altura: 226 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar
 Bateria Estacionária 150 Ah	- Capacidade: 150 Ah - Comprim: 511 mm - Largura: 213 mm - Altura: 230 mm - Peso: 44,6kg - Fabricante: Freedom	 Bateria Automotiva 90 Ah	- Capacidade: 90 Ah - Comprim: 360 mm - Largura: 177 mm - Altura: 190 mm - Peso: - - Fabricante: Heliar

**Quadro 10:** Leds para iluminação

Fonte: CROMATEK, 2011

Modelo	Especificações
 LED Alto Brilho ø 5mm Azul	Potência: 45 mW Fluxo Luminoso: --- Destaque: "Pb Free" (Isento de chumbo); Corpo Hialino (Incolor); Largo campo de visualização; Rápida resposta ao acionamento; Baixo consumo de corrente elétrica; Longa vida útil; Baixo custo de manutenção. Aplicações: Indicado para sinalização em geral
 LED Alto Brilho ø 10mm Branco	Potência: 45 mW Fluxo Luminoso: --- Destaque: "Pb Free" (Isento de chumbo); Corpo Hialino (Incolor); Largo campo de visualização; Rápida resposta ao acionamento; Baixo consumo de corrente elétrica; Longa vida útil; Baixo custo de manutenção. Aplicações: Indicado para sinalização em geral
 LED 1W – Azul	Potência: 1 W Fluxo Luminoso: 20 Lm Destaque: Baixa tensão de operação; Acendimento rápido; Longa vida útil. Aplicações: Back light para LCD; Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.
 LED 3W – Branco	Potência: 3W Fluxo Luminoso: 120Lm Destaque: Baixa tensão de operação; Acendimento rápido; Longa vida útil. Aplicações: Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.

Modelo	Especificações
 LED 5W – Branco	Potência: 5 W Fluxo Luminoso: 400 Lm Destaque: Baixa tensão de operação; Acendimento rápido; Longa vida útil. Aplicações: Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.
 LED 10W – Branco	Potência: 10 W Fluxo Luminoso: 730 Lm Destaque: Alta eficiência luminosa; Operação em alta potência; Acendimento rápido; Longa vida útil; Aplicações: Iluminação de Projetores; Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.
 LED 20W – Branco	Potência: 20 W Fluxo Luminoso: 900 Lm Destaque: Alta eficiência luminosa; Operação em alta potência; Acendimento rápido; Longa vida útil; Aplicações: Iluminação de Projetores; Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.
 LED 50W – Branco	Potência: 50 W Fluxo Luminoso: 3200 Lm Destaque: Alta eficiência luminosa; Operação em alta potência; Acendimento rápido; Longa vida útil; Aplicações: Iluminação de Ruas; Iluminação de teto; Iluminação de jardim; Iluminação decorativa em geral; Iluminação de advertência.

5.3.4 Módulo de Condução de Energia



Quadro 11: Cabos e fios

Fonte: CORFIO, 2011

Modelo	Especificações
 Fio Sólido BWF 750V Seções: 1,5 a 16 mm²	- Condutor sólido de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 1. - Isolação de PVC/A 70°C - composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. Possui características para propiciar bom acabamento e facilitar o deslizamento dos fios pelos eletrodutos. - Aplicações: Instalações de luz e força de prédios residenciais, comerciais e industriais, dentro de eletrodutos, ou sobre isoladores.
 Cabo Flexível BWF 750V Seções: 0,5 a 240 mm²	- Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 4 ou Classe 5. - Isolação de PVC/A 70°C – composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. - Aplicações: Instalações de redes de distribuição de energia de prédios residenciais, comerciais e industriais, ligações de painéis e motores que necessitem cabos de maior flexibilidade. Podem ser instalados em calhas, dentro de eletrodutos ou sobre isoladores.
 Cabos Flexíveis para Autos Seções: - - -	- Condutor: Constituído de fios de cobre eletrolítico nu, mole. - Isolação: PVC (Composto termoplástico de cloreto de polivinila) para 70° e 105°. - Aplicações: Instalações elétricas de autos em geral, montagem de circuito de iluminação, sinalização e comando.
 Cordões Paralelos Seções: - - -	- Condutor: Constituído de fios de cobre eletrolítico nu, mole. - Isolação: PVC (Composto termoplástico de cloreto de polivinila). - Aplicações: Os cordões paralelos são largamente utilizados em ligações de aparelhos eletrodomésticos, aparelhos de som, rádio, televisão, aparelhos de iluminação, etc.

Modelo	Especificações
 Cordão Paralelo Flexível 300 V Seções: 2x0,5 a 2x4 mm²	- Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 4. - Isolação de PVC/F 70°C – composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila. - Aplicações: Utilizado em extensões ou ligações de eletrodomésticos, aparelhos de iluminação e aparelhos elétricos portáteis.
 Cordão Paralelo Torcido Flexível 300 V Seções: 2x0,5 a 2x4 mm²	- Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 4. - Isolação de PVC/F 70°C – composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila. - Aplicações: Utilizado em extensões ou ligações de eletrodomésticos, aparelhos de iluminação e aparelhos elétricos portáteis.
 Cordão Paralelo Flexível 300 V Seções: 1x1,5 a 3x35 mm²	- Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 4 ou Classe 5. - Isolação de PVC/A 70°C – composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. - Aplicações: Instalações de redes de distribuição de energia de prédios residenciais, comerciais e industriais, subestações, instalações subterrâneas (banco de dutos, canaletas), que necessitem cabos de maior flexibilidade.
 Cabo Flexível PP Plano 750V Seções: 2x1,5 a 2x2,5 mm²	- Condutor flexível de cobre nu, têmpera mole, encordoamento Classe 4. - Isolação de PVC/A 70°C – composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila, com características especiais para não propagação e autoextinção do fogo. - Aplicações: Ligação de aparelhos elétricos em geral, móveis ou fixos.

Quadro 12: Controladores de Carga

Fonte: CASASOLAR, 2011

Modelo	Especificações	
 Controlador de carga solar 7A (12V) Unitron - Total Control 80	Tensão nominal: Corrente de carga Máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo Próprio: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 V 7A --- --- Máx. de 45°C --- 109 mm 87 mm 37 mm ---
 Controlador de carga solar 10A (12V/24V) Phocos - CML10-2.2	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 / 24V 10A @25°C 6 mm² 16 mm² -40°C até +50°C 4 mA 80 mm 100 mm 32 mm 180g
 Controlador de carga solar 14A (12V) Phocos CA14-2.2	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 V 14A @25°C 10 mm² 16 mm² -40°C até +50°C 4 mA 80 mm 100 mm 32 mm 180g
 Controlador de carga solar (12V/24V) Phocos - CML15-2.2	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12V / 24V 15A @25°C 10 mm² 16 mm² -40°C até +50°C 4 mA 80 mm 100 mm 32 mm 180g

Modelo	Especificações	
 Controlador de carga solar Phocos – CX20-1.1, programável e função de fotocélula	Tensão nominal: Corrente de carga Máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo Próprio: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 / 24V 20A 4 mm ² 16 mm ² -25°C até +50°C 4 mA 92 mm 93 mm 38 mm 168 g
 Controlador de carga solar 30A (12V) Unitron - Total Control TCS-12/30	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12V 30A 10 mm ² 16 mm ² --- --- 236 mm 143 mm 72 mm ---
 Controlador de carga solar Phocos – CX40-1.1, programável e função de fotocélula	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 / 24 V 40A 10 mm ² 16 mm ² -25°C até +50°C 4 mA 92 mm 93 mm 38 mm 179 g
 Controlador de carga ou descarga Morningstar – TriStar	Tensão nominal: Corrente de carga máxima: Bitola mínima dos cabos elétricos: Bitola máxima dos cabos elétricos: Temperatura de operação: Consumo próprio de energia: Comprimento: Largura: Altura: Peso:	12 / 24 / 48 V 60 A --- 35 mm ² -40°C até +60°C 20 mA 71 mm 127 mm 260 mm 1,6 Kg

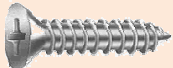
**Quadro 13: Fotocélulas**

Fonte: MERCADOLIVRE, 2011

 Fotocélula 12v 02A Automação para placa Solar	Voltagem: 12V Corrente: 02A Potência Máxima: 24W Aplicação: Interno e Externo Destaques: Podem ser alimentadas por baterias 12V, placas solares e fontes Fabricante: Star Ecotecnologia
 Fotocélula 12v 08A Automação para placa Solar	Voltagem: 12V Corrente: 08A Potência Máxima: 100W Aplicação: Interno e Externo Destaques: Podem ser alimentadas por baterias 12V, placas solares e fontes Fabricante: Star Ecotecnologia
 Fotocélula 10A Para Luminárias	Voltagem: 12V Corrente: 10A Potência Máxima: 120W Aplicação: Interno e Externo Destaques: Podem ser Instaladas na chuva. Fabricante: ---
 Fotocélula 12v 16A Automação para placa Solar	Voltagem: 12V Corrente: 16A Potência Máxima: 200W Aplicação: Interno e Externo Destaques: Podem ser alimentadas por baterias 12V, placas solares e fontes Fabricante: Star Ecotecnologia
 Relé fotoelétrico eletrônico RFT 12RB	Voltagem: 100 – 250 V Corrente: 16A Potência Máxima: 1020 W Aplicação: Interno e Externo Destaques: Fabricado com policarbonato sobre o sensor, material altamente resistente a radiação UV. Fabricante: Trancil
 Relé fotoelétrico eletrônico RFT 18BCE	Voltagem: 105 – 305 V Corrente: 16A Potência Máxima: 1530 W Aplicação: Externo Destaques: Fabricado com policarbonato sobre o sensor, material altamente resistente a radiação UV. Fabricante: Trancil

**Quadro 14:** Elementos de Fixação

Fonte: CISER, 2011

Modelo	Especificações
 Parafuso Auto Atarraxante Sextavado Flangeado Fendado	Dimensões: ANSI B 18.6.4 Material: --- Rosca: DIN 7970 (ISO 1478) Tratamento: Cimento e Temperado
 Parafuso Sextavado G.5 Rosca Parcial	Dimensões: ANSI B 18.2.2 Material: Aço Médio Carbono Rosca: ASME B 1.1 - 2A Tratamento: Temperado e Revenido
 Parafuso Sextavado 8.8 Passo 1,25 mm - Rosca Inteira	Dimensões: DIN 961 Material: Aço Médio Carbono Rosca: DIN 13 (ISO 965) - 6g Tratamento: Temperado e Revenido
 Parafuso Auto Atarraxante Fenda Phillips - Cabeça Panela	Dimensões: --- Material: Aço Baixo Carbono Rosca: DIN 7970 Ponta Tipo C Tratamento: Cimento e Temperado
 Parafuso Auto Atarraxante Fenda Phillips - Cabeça Oval	Dimensões: --- Material: Aço Baixo Carbono Rosca: DIN 7970 Ponta Tipo C Tratamento: Cimento e Temperado
 Parafuso Máquina Latão Cabeça Chata	Dimensões: BS 450 Material: Latão Rosca: --- Tratamento: Cimento e Temperado
 Rebite ABR-206	Dimensões: 2mm x 6mm Espessura Máx. Rebitável: 4mm Mandril Mínimo: 35 mm

**Quadro 15:** Produtos para conservação

Fontes: CORAL, 2011

SUVINIL, 2011

Modelo	Especificações	
 Coralit Verniz Incolor	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante Toque: 6 horas; Demãos: 12 horas; Final: 24 horas Resina alquídica, secantes, solventes alifáticos com pequena fração de aromáticos.
 Esmalte Sintético	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Metais ferrosos, Alumínio, Galvanizado e Madeira Ambientes Externos e Internos Acetinado, Brilhante e Fosco Toque: 6 horas; Demãos: 8 horas; Final: 18 horas Composição: Resina alquídica, pigmentos, secantes, solvente universal e hidrocarbonetos alifáticos e aditivos.
 Coralit Secagem Rápida	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Metais ferrosos, Alumínio, Galvanizado e Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante Demãos: 2 horas; Final: 7 horas Resina alquídica, secantes, solventes alifáticos com pequena fração de aromáticos.
 Tinta Óleo	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante Toque: 6 horas; Demãos: 12 horas; Final: 24 horas Resina alquídica, secantes, solventes alifáticos com pequena fração de aromáticos.
	Embalagem: Fabricante:	900ml e 3,6L Coral
	Embalagem: Fabricante:	900 ml e 3,6L Coral
	Embalagem: Fabricante:	900ml e 3,6L Coral
	Embalagens: Fabricante:	900ml e 3,6L Coral

Modelo		Especificações
 Esmalte Brilhante	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira e Metais Ambientes Externos e Internos Brilhante e Acetinado Toque: 2 horas; Demãos: 8 horas; Final: 24 horas Resina alquídica à base de óleo vegetal semi-secativo, pigmentos orgânicos e inorgânicos, cargas minerais inertes (acetinado e fosco), hidrocarbonetos alifáticos, secantes organo-metálicos. Não contém benzeno.
	Embalagem: Fabricante:	3,6L Suvinil
 Suvinil Verniz Marítimo	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante, Fosco e Acetinado Toque: 6 horas; Demãos: 12 horas; Final: 24 horas Resina alquídica à base de óleo vegetal semi-secativo, hidro-carbonetos alifáticos, cargas sintéticas (fosco), pigmento inorgânico e secantes organo metá-licos. Não contém benzeno e metais pesados.
	Embalagem: Fabricante:	3,6L Suvinil
 Suvinil Verniz Triplo Filtro Solar	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante e Fosco Toque: 6 horas; Demãos: 12 horas; Final: 24 horas Resina alquídica à base de óleo vegetal semi-secativo, hidro-carbonetos alifáticos, cargas sintéticas (fosco), pigmento inorgânico e secantes organo metá-licos. Não contém benzeno e metais pesados.
	Embalagem: Fabricante:	900ml e 3,6L Suvinil
 Suvinil Verniz Ultra-Proteção	Aplicação: Local de Aplicação: Acabamento: Secagem: Composição:	Madeira Ambientes Externos e Internos Brilhante Toque: 6 horas; Demãos: 12 horas; Final: 24 horas Resina alquídica à base de óleo vegetal semi-secativo, pigmentos inorgânicos, hidrocarbonetos alifáticos, secantes organo-metálicos e fungicidas. Não contém benzeno e metais pesados.
	Embalagens: Fabricante:	3,6L Suvinil

5.4 Avaliação dos Componentes

Na avaliação de componentes, cada módulo tem critérios de avaliação distintos de acordo com sua funcionalidade, onde há a preferência por componentes que se adaptem aos requisitos projetuais para elaboração do projeto, onde é atribuído os seguintes conceitos:

 ÓTIMO (+3)	 BOM (+2)	 REGULAR (+1)	 RUIM (+0)
Total: 10-12 O Componente avaliado se enquadra aos requisitos projetuais.	Total: 7-9 O Componente avaliado se enquadra aos requisitos projetuais, porém fica em segundo plano.	Total: 4-6 O Componente avaliado é considerado satisfatório, tendo com isso chances remotas de ser incorporado ao projeto.	Total: 0-3 O Componente avaliado é considerado inviável ao projeto.

5.4.1 Avaliação do Módulo de Captação

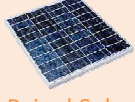
Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Potência:** Capacidade de captação da energia solar em Watts;
- **Dimensões:** Medidas totais da placa dadas em Comprimento x Largura x Espessura;
- **Peso:** Peso total da placa dada em quilogramas;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 16: Avaliação do Módulo de Captação

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Potência	Dimensões	Peso	Custo	TOTAL
 Painel Solar Fotovoltaico de 10W	 + 0	 + 3	 + 3	 + 2	 8
 Painel Solar Fotovoltaico de 20W	 + 0	 + 3	 + 3	 + 2	 8

 Painel Solar Fotovoltaico de 40W	 + 2	 + 2	 + 3	 + 2	 9
 Painel Solar Fotovoltaico de 50W	 + 3	 + 1	 + 2	 + 2	 8
 Painel Solar Fotovoltaico de 50W	 + 3	 + 3	 + 2	 + 2	 10
 Painel Solar Fotovoltaico de 60W	 + 3	 + 1	 + 2	 + 1	 7

5.4.2 Avaliação do Módulo de Armazenamento

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Armazenamento:** Capacidade total de Armazenamento de energia;
- **Dimensões:** Medidas totais do equipamento (Comprimento x Largura x Altura);
- **Peso:** Peso total da placa dada em quilogramas;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 17: Avaliação do Módulo de Armazenamento

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Armaz.	Dimensões	Peso	Custo	TOTAL
 Bateria Estacionária 30 Ah	 + 0	 + 3	 + 3	 + 2	 8
 Bateria Automotiva 40 Ah	 + 1	 + 3	 + 3	 + 2	 9
 Bateria Estacionária 40 Ah	 + 1	 + 3	 + 3	 + 2	 9

 Bateria Automotiva 50 Ah	 + 2	 + 3	 + 3	 + 2	 10
 Bateria Estacionária 50 Ah	 + 2	 + 3	 + 3	 + 2	 10
 Bateria Automotiva 60 Ah	 + 2	 + 3	 + 3	 + 2	 10
 Bateria Estacionária 60/70 Ah	 + 2	 + 3	 + 3	 + 2	 10
 Bateria Automotiva 70 Ah	 + 3	 + 3	 + 3	 + 2	 11
 Bateria Automotiva 75 Ah	 + 3	 + 2	 + 2	 + 1	 8
 Bateria Automotiva 90 Ah	 + 3	 + 1	 + 1	 + 1	 6
 Bateria Estacionária 105 / 115 Ah	 + 3	 + 0	 + 0	 + 0	 3
 Bateria Estacionária 150 Ah	 + 3	 + 0	 + 0	 + 0	 3

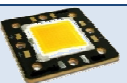
5.4.3 Avaliação do Módulo de Iluminação

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Eficiência:** Iluminação proporcionada versus consumo;
- **Durabilidade:** Resistência do produto durante seu tempo de vida;
- **Disponibilidade de Mercado:** Facilidade de encontrar no mercado local;
- **Custo:** Valor de mercado solicitado pelo produto.

Quadro 18: Avaliação do Módulo de Iluminação

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Eficiência	Durabilidade	Disp. Mercado	Custo	TOTAL
 ø 5mm Azul	 + 0	 + 3	 + 3	 + 3	 9
 ø 10mm Branco	 + 0	 + 3	 + 3	 + 3	 9
 LED 1W – Azul	 + 1	 + 3	 + 2	 + 2	 8
 LED 3W – Branco	 + 2	 + 3	 + 2	 + 2	 9
 LED 5W – Branco	 + 2	 + 3	 + 1	 + 1	 7
 LED 10W – Branco	 + 3	 + 3	 + 1	 + 1	 8
 LED 20W – Branco	 + 3	 + 3	 + 0	 + 0	 6
 LED 50W – Branco	 + 3	 + 3	 + 0	 + 0	 6

5.4.4 Avaliação do Módulo de Condução de Energia

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Flexibilidade:** Capacidade de o fio ser dobrado;
- **Distribuição:** Capacidade de distribuição da energia aos demais equipamentos do sistema;
- **Disponibilidade de mercado:** Facilidade de encontrar o equipamento no mercado;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 19: Avaliação do Módulo de Condução de Energia

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Flexibilidade	Distribuição	Disp. Mercado	Custo	TOTAL
 Fio Sólido BWF 750V	 + 2	 + 3	 + 3	 + 3	 11
 Cabo Flexível BWF 750V	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Cabos Flexíveis para Autos	 + 3	 + 3	 + 3	 + 3	 12
 Cordões Paralelos	 + 3	 + 3	 + 3	 + 3	 12
 Cordão Paralelo Flexível 300 V	 + 3	 + 3	 + 3	 + 3	 12
 Cordão Paralelo Torcido	 + 2	 + 3	 + 3	 + 3	 11
 Cordão Paralelo Flexível 300 V	 + 2	 + 3	 + 2	 + 2	 9
 Cabo Flexível PP Plano 750V	 + 2	 + 3	 + 2	 + 2	 9

5.4.5 Avaliação do Módulo de Controle de Energia

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Capacidade de Corrente Máxima (CCM):** Capacidade suportada pelo equipamento;
- **Dimensões:** Medidas totais do equipamento dadas em Comprimento x Largura x Altura;
- **Disponibilidade de mercado:** Facilidade de encontrar o equipamento no mercado;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 20: Avaliação do Módulo de Controle de Energia

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	C.C.M.	Dimensões	Disp. Mercado	Custo	TOTAL
 Controlador de carga solar 7A (12V)	 + 0	 + 0	 + 2	 + 3	 5
 Controlador de carga solar 10A	 + 1	 + 3	 + 2	 + 3	 9
 Controlador de carga solar 14A	 + 2	 + 3	 + 2	 + 3	 10
 Controlador de carga solar 15A	 + 2	 + 3	 + 2	 + 3	 10
 Controlador de carga solar CX20	 + 3	 + 3	 + 2	 + 2	 10
 Controlador de carga solar 30A	 + 3	 + 1	 + 2	 + 2	 8
 Controlador de carga solar CX40	 + 3	 + 3	 + 2	 + 1	 9
 Controlador Morningstar	 + 3	 + 0	 + 2	 + 0	 5

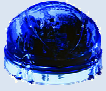
5.4.6 Avaliação do Módulo de Acionamento / Desativação

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Potência:** Potência Máxima do produto em Watts;
- **Aplicação:** Aplicação do produto a ambientes externos;
- **Durabilidade:** Vida útil do produto;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 21: Avaliação do Módulo de Acionamento / Desativação

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Potência	Aplicação	Durabilidade	Custo	TOTAL
 Fotocélula 12v 02A	 + 0	 + 3	 + 1	 + 3	 7
 Fotocélula 12v 08A	 + 1	 + 3	 + 1	 + 3	 8
 Fotocélula 10A	 + 2	 + 3	 + 1	 + 2	 8
 Fotocélula 12v 16A	 + 3	 + 3	 + 1	 + 2	 9
 Relé RFT 12RB	 + 0	 + 3	 + 2	 + 2	 7
 Relé RFT 18BCE	 + 0	 + 3	 + 3	 + 0	 6

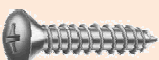
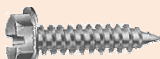
5.4.7 Avaliação do Módulo de Fixação

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Fixação:** Grau de fixação entre partes unidas pelo componente;
- **Durabilidade:** Vida útil do componente;
- **Disponibilidade de mercado:** Facilidade de encontrar o equipamento no mercado;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 22: Avaliação do Módulo de Fixação

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Fixação	Durabilidade	Disp. Mercado	Custo	TOTAL
 Cabeça Chata	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Rosca Parcial	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Rosca Inteira	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Cabeça Oval	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Cabeça Oval	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Sextavado Flangeado	 + 3	 + 2	 + 3	 + 3	 11
 Rebite ABR-206	 + 2	 + 3	 + 3	 + 3	 11

5.4.8 Avaliação do Módulo de Conservação

Na avaliação dos componentes deste módulo foram avaliados os seguintes critérios:

- **Eficiência:** Poder de conservação oferecida pelo produto;
- **Riscos:** Prejuízos que o produto oferece ao meio ambiente;
- **Disponibilidade de mercado:** Facilidade de encontrar o equipamento no mercado;
- **Custo:** Custo médio do equipamento no mercado.

Quadro 23: Avaliação do Módulo de Conservação

Fonte: Próprio Autor, 2011

Modelo	Eficiência	Riscos	Disp. Mercado	Custo	TOTAL
 Coral Verniz Incolor	 + 3	 + 1	 + 3	 + 1	 8
 Esmalte Sintético	 + 2	 + 1	 + 3	 + 2	 8
 Secagem Rápida	 + 2	 + 1	 + 3	 + 2	 8
 Tinta Óleo	 + 2	 + 2	 + 3	 + 2	 9
 Esmalte Brilhante	 + 2	 + 2	 + 3	 + 2	 9
 Suvini Verniz Marítimo	 + 3	 + 1	 + 2	 + 2	 8
 Suvini Verniz Triplo Filtro Solar	 + 3	 + 1	 + 2	 + 2	 8
 Suvini Verniz Ultra-Proteção	 + 3	 + 1	 + 2	 + 1	 7

5.5 Materiais

Esta etapa foi realizada uma pesquisa focando alguns tipos de materiais dentre os quais poderiam ser utilizados na estrutura do projeto.

5.5.1 Concreto

Tendo seu uso bastante utilizado na construção civil, o concreto é um material de construção comum que é usado em quantidades incríveis. Seu uso anual na construção, por exemplo, excede a de todos os metais juntos (SHACKELFORD, 2008).

O concreto comum, nada mais é que a combinação de areia juntamente com brita e aluminossilicato de cálcio ou mais conhecido como cimento.

Muito comum para fabricação de postes para instalações elétricas, o uso desse material, normalmente é escolhido por sua densidade e resistência relativamente altas.

5.5.2 Madeira

A madeira é um dos materiais que desempenhou uma grande importância nas construções antigas e que ainda hoje tem um poder bastante amplo de comercialização. Tendo seu uso muitas vezes voltado para fabricação de móveis, portas, janelas, coberturas de residências e assoalhos.

Quadro 24: Madeiras

Fonte: GONZAGA, 2006

Modelo	Especificações
 Cumaru	Durabilidade natural: Alta resistência Densidade básica (g/cm ³): 1.09 (muito pesada) Dureza janka (kgf): 998 (alta)
 Ipê	Durabilidade natural: Alta resistência aos ataques de xilófagos. Densidade básica (g/cm ³): 1,01 (muito pesada) Dureza janka (kgf): 1.102 (alta)
 Jatobá	Durabilidade natural: Alta resistência ao ataque de xilófagos. Densidade básica (g/cm ³): 0,96 (muito pesada) Dureza janka: 1140 (alta)
 Maçaranduba	Durabilidade natural: Boa resistência ao ataque de xilófagos Densidade básica (g/cm ³): 1.05 (muito pesada) Dureza janka (kgf): 500 (média)

5.5.3 Metais

Mais de 90% em peso dos materiais utilizados para a construção são provenientes metálicos usados pelos seres humanos são as ligas ferrosas, onde os motivos para o constante uso dessas ligas estão muitas vezes ligados a seu preço considerado moderado (SHACKELFORD, 2008).

Quadro 25: Materiais Metálicos

Fonte: POSTAL, 1999

Modelo	Especificações	
 Aço Carbono	Densidade (Kg/m ³): Coeficiente de Dilatação Linear (10 ⁻⁶ /°C): Resistência Mecânica à tração (N/mm ²): Módulo de elasticidade (kN/mm ²):	7850 12 300 ...700 200
 Aço liga	Densidade (Kg/m ³): Coeficiente de Dilatação Linear (10 ⁻⁶ /°C): Resistência Mecânica à tração (N/mm ²): Módulo de elasticidade (kN/mm ²):	7860 9...19 500...1500 186...216
 Alumínio	Densidade (Kg/m ³): Coeficiente de Dilatação Linear (10 ⁻⁶ /°C): Resistência Mecânica à tração (N/mm ²): Módulo de elasticidade (kN/mm ²):	2710 23,9 40...160 72,2

5.6 Avaliação dos materiais

Na avaliação de Materiais foram obedecidos os seguintes critérios de avaliação:

- **Durabilidade:** Resistência do material contra impactos, choques e intempéries.
- **Disponibilidade:** Disponibilidade do material no mercado local.
- **Meio Ambiente:** Fator de agressão ao meio ambiente, tanto pelo uso quanto obtenção.
- **Custo:** Custo do material no mercado.

Quadro 26: Avaliação dos Materiais

Fonte: Próprio Autor, 2011

	Material	Durabilid.	Disponib.	Meio Amb.	Custo	Total
Madeiras	 Concreto	 + 3	 + 3	 + 1	 + 3	 10
	 Cumaru	 + 2	 + 2	 + 1	 + 2	 7
	 Ipê	 + 2	 + 2	 + 1	 + 2	 7
	 Jatobá	 + 2	 + 2	 + 1	 + 3	 8
	 Maçaranduba	 + 3	 + 2	 + 1	 + 3	 9
Metais	 Aço Carbono	 + 3	 + 3	 + 2	 + 3	 11
	 Aço liga	 + 3	 + 3	 + 2	 + 2	 10
	 Alumínio	 + 3	 + 3	 + 1	 + 3	 10

Etapa 6 – Esqueleto

6.1 Geração de alternativas

Nesta etapa são apresentadas algumas gerações de alternativas a fim de explorar possíveis combinações para a elaboração do projeto.

6.1.1 Modelo A

O modelo A (Figura 26) foi projetado pensando no reaproveitamento de tubos de PVC, esses encontrados como descarte em grandes obras de construção civil.

A estrutura é elaborada em módulos, onde cada módulo possui uma altura de um metro e preenchidos com concreto para uma melhor resistência.

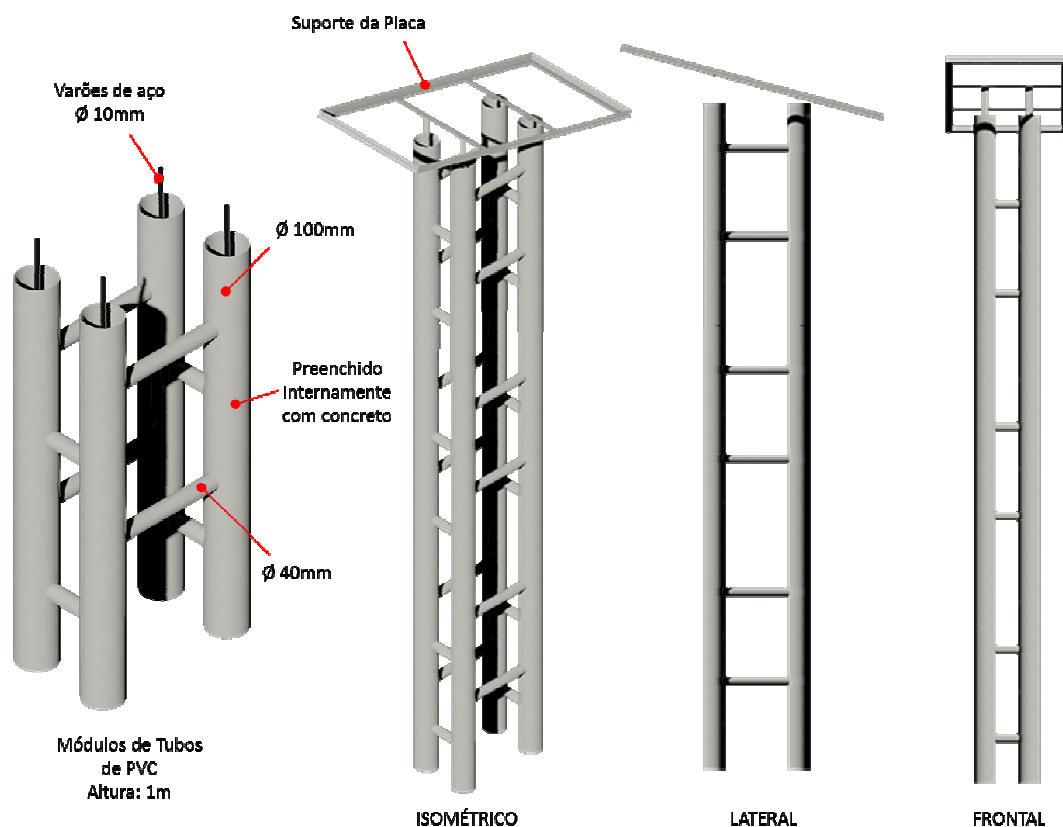


Figura 26: Modelo A – Reaproveitamento de tubos de PVC

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.1.2 Modelo B

Seguindo o mesmo princípio do modelo A, o modelo B (Figura 27) visa também o reaproveitamento de tubos de PVC preenchidos com concreto e subdividido em módulos.

A diferença do modelo anterior está na realocação e inserção de mais alguns tubos para um maior reforço da estrutura.

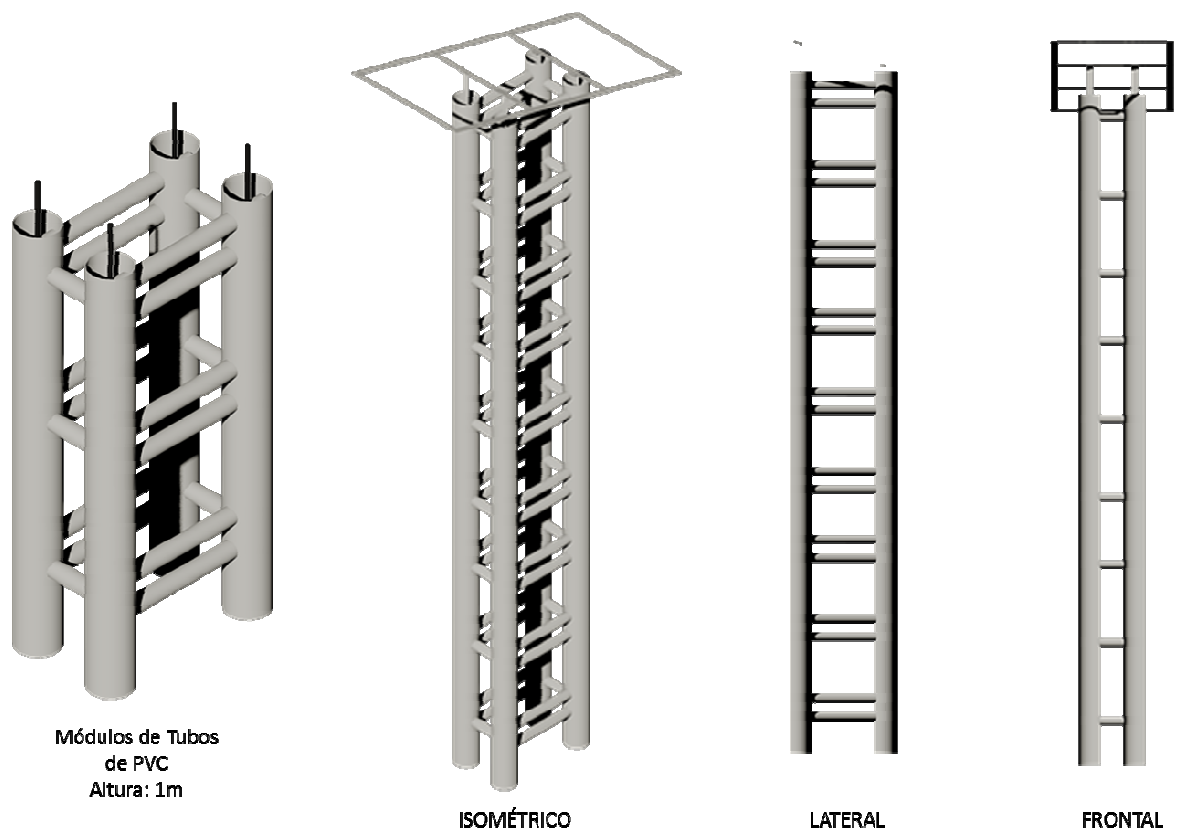


Figura 27: Modelo B – Reaproveitamento de tubos de PVC

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.1.3 Modelo C

O modelo C (Figura 28) foi projetada em madeira, com iluminação voltada para os quatro lados da luminária.

A aplicação da madeira torna o produto mais viável financeiramente devido ao seu baixo custo no comércio, encontradas em algumas espécies boa resistência e pelo fator de ser um componente renovável, lembrando que esse último, quando seja bem administrada.

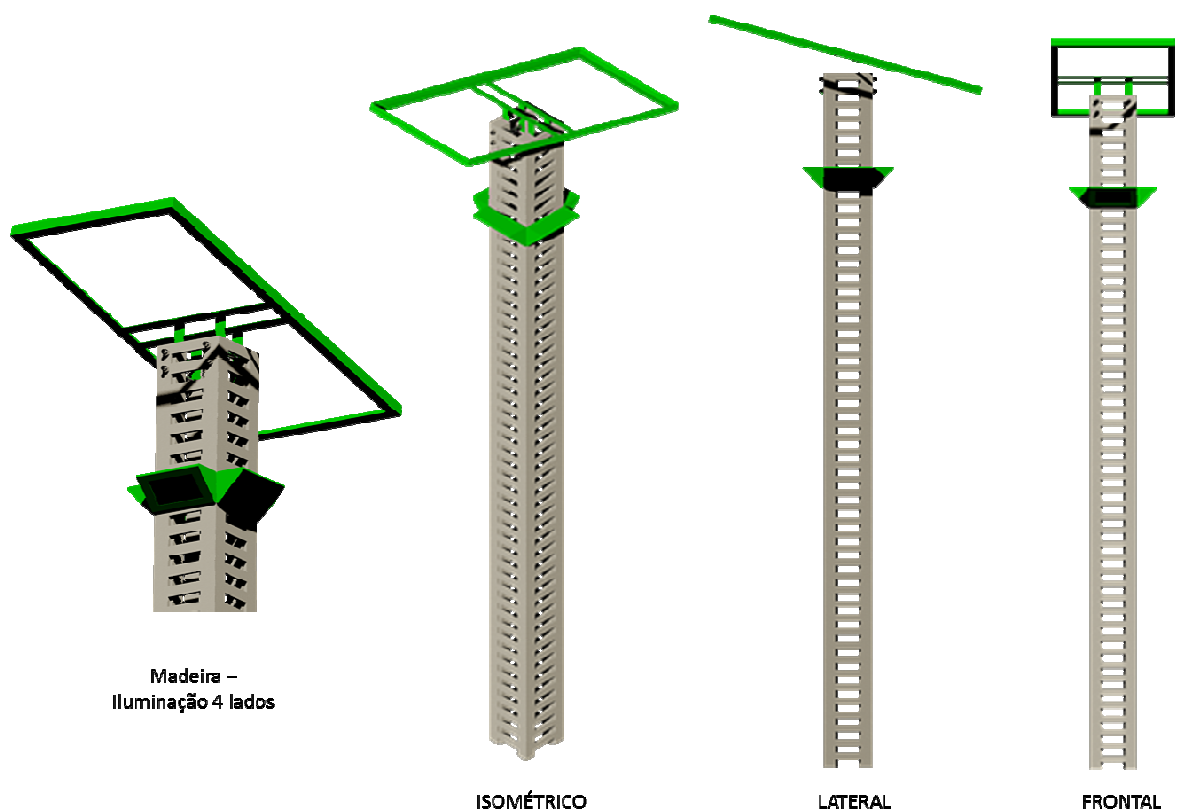


Figura 28: Modelo C – Madeira com Iluminação 4 lados

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.1.4 Modelo D

Tendo também a madeira como material estrutural, o modelo D (Figura 29) busca preferencialmente a minimização de materiais.

Nesse modelo foram atribuídas telas do tipo moeda a fim de que evite espaços vazios, diminuindo com isso as chances de vandalismo como, por exemplo, a tentativa de se apoiar ou até mesmo subir na luminária.

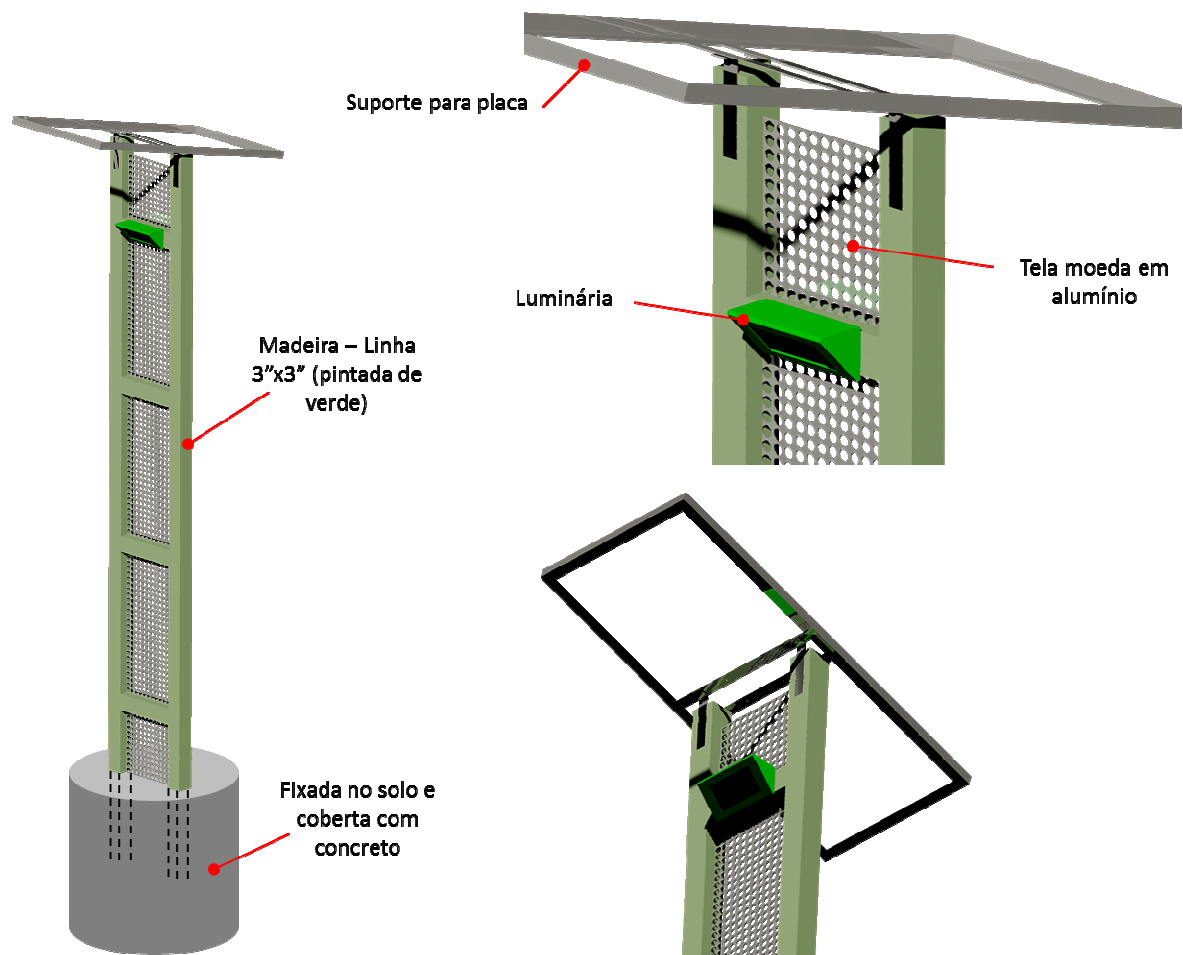


Figura 29: Modelo D – Madeira com tela moeda
Fonte: Próprio Autor, 2011

6.1.5 Modelo E

O modelo E (Figura 30) tem o aço como elemento estrutural, dando mais resistência e durabilidade ao projeto.

Além do aço como elemento estrutural, assim como no modelo D (Figura 29) foi também utilizado a tela moeda como meio de impedir atos de vandalismo.

As vantagens deste modelo estão na resistência de sua estrutura e na capacidade de embutir a placa solar fotovoltaica, fornecendo mais proteção à placa.

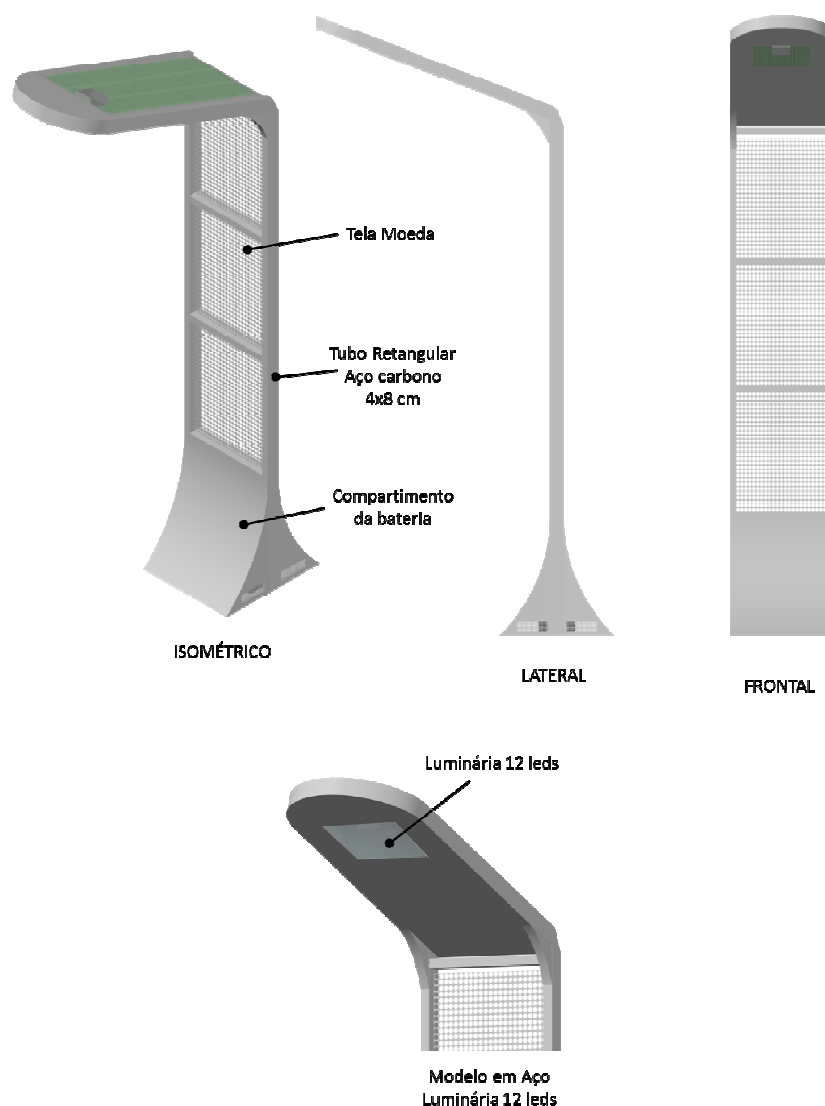


Figura 30: Modelo E – Aço com tela moeda

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.2 Seleção de alternativa

O modelo selecionado para o desenvolvimento do protótipo foi o modelo E (Figura 30), pois traz consigo o aço como elemento principal, fornecendo mais resistência e durabilidade ao produto, além de ser um material fácil de ser encontrado na região.

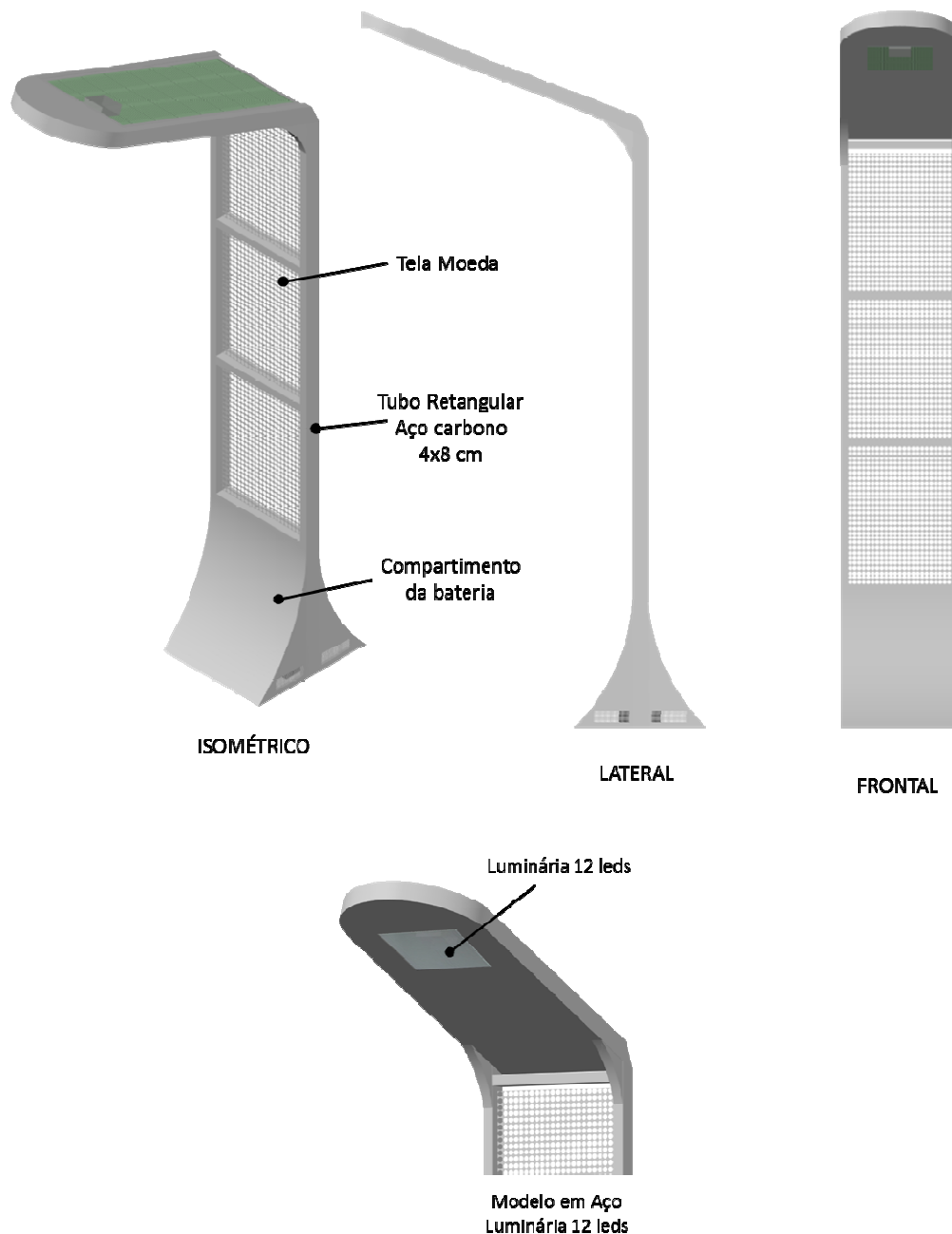


Figura 31: Modelo selecionado: Modelo E – Aço com tela moeda
Fonte: Próprio Autor, 2011

6.3 Componentes e Materiais

Nesta etapa são demonstrados os equipamentos e materiais (Figuras 32 e 33) nos quais foram utilizados para elaboração do projeto.

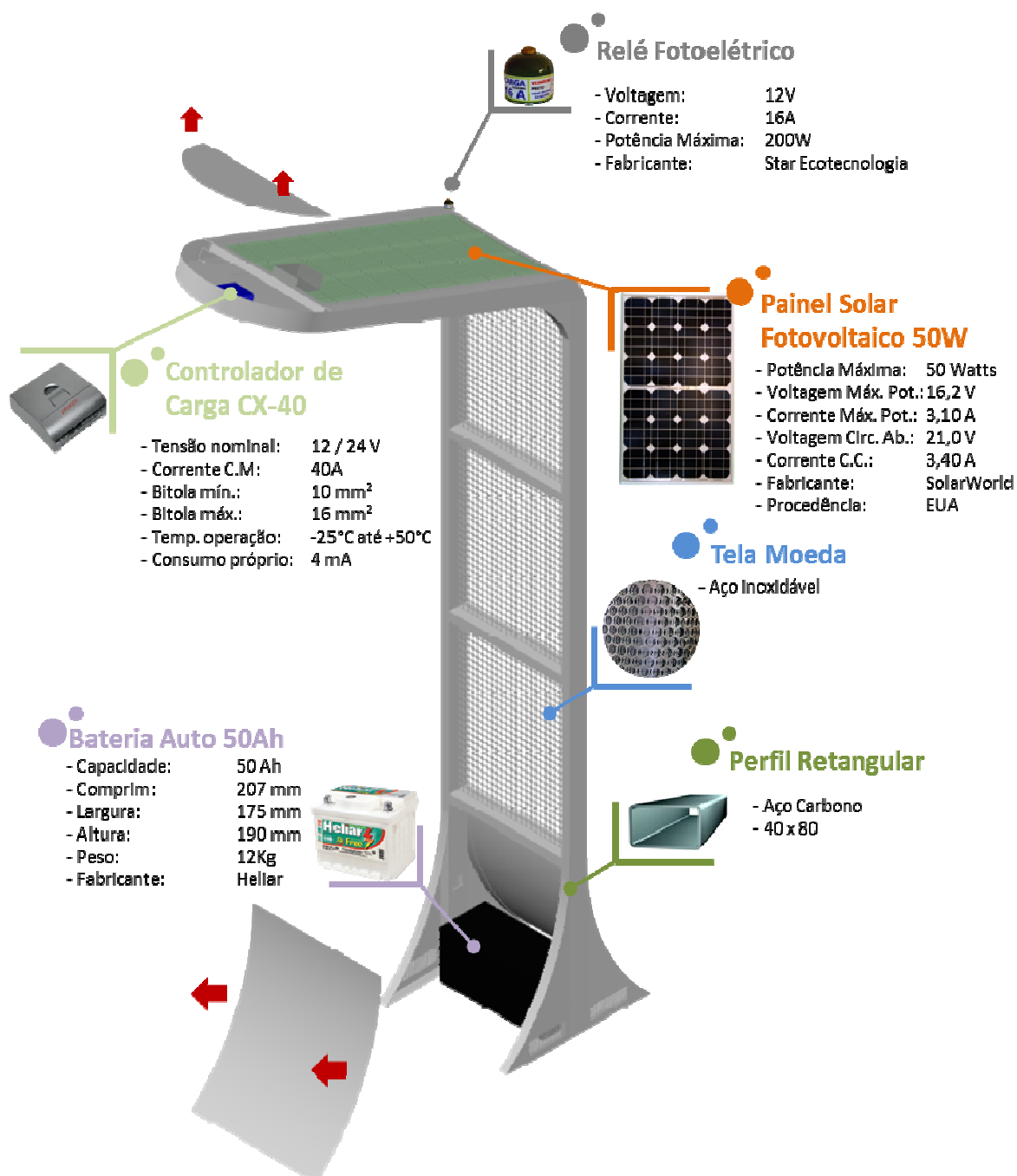


Figura 32 – Componentes e Materiais – Parte II

Fonte: Próprio Autor, 2011

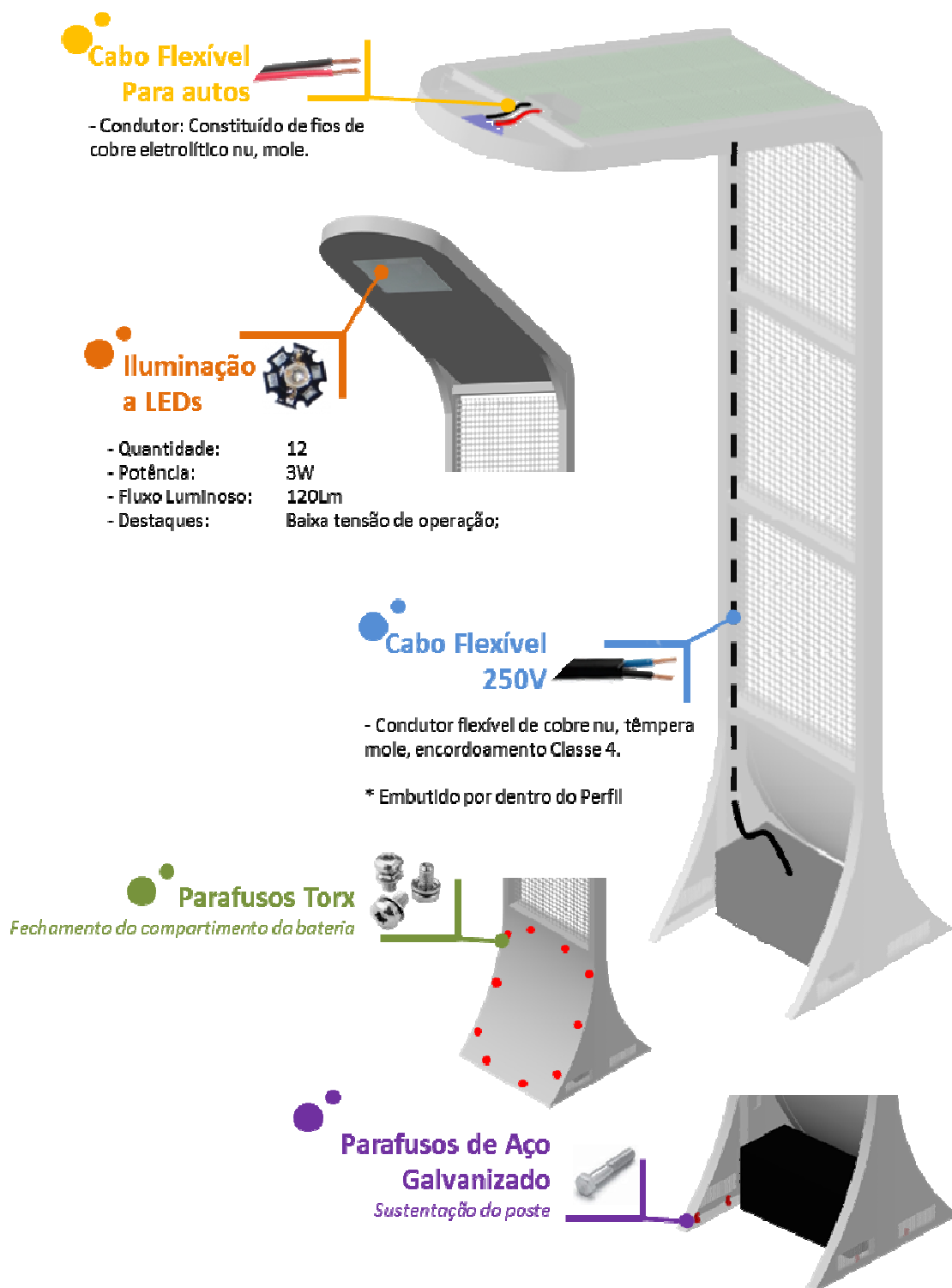


Figura 33 – Componentes e Materiais – Parte II
Fonte: Próprio Autor, 2011

6.4 Mecanismos

Nesta fase foram apontados todos os mecanismos referentes ao produto, ou seja, pontos onde haja a necessidade de manutenção ou reposição de componentes, sendo estes descritos passo a passo afim de facilitar o entendimento do técnico a realizar a manutenção.

6.4.1 Painel Fotovoltaico

O painel fotovoltaico é o responsável pela captação da energia solar e encontra-se fixado através de quatro parafusos estilo *torx* na parte superior do poste. Para sua remoção é obedecido o esquema conforme a Figura 34.

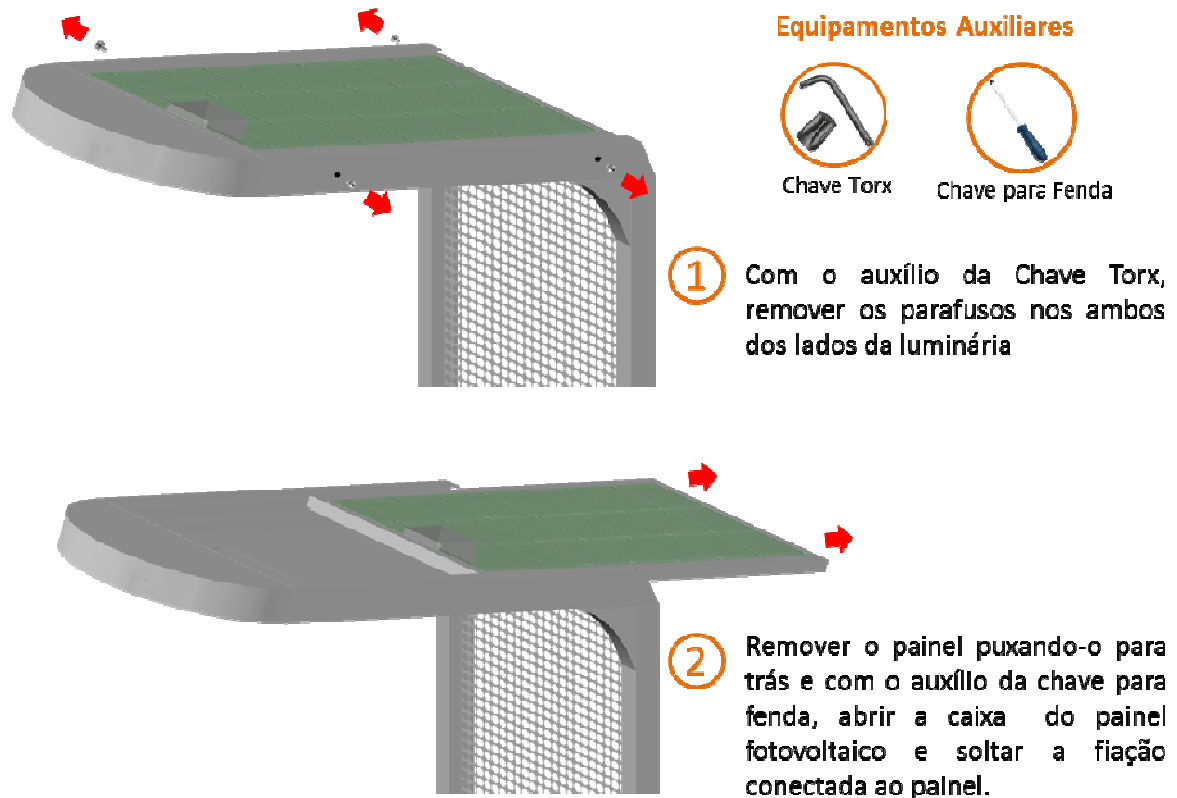


Figura 34 – Remoção do painel fotovoltaico

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.4.2 Luminária com LEDs

A luminária é responsável pela acomodação e proteção dos LEDs, a luminária encontra-se embaixo do painel fotovoltaico, portanto, para sua remoção, antes é preciso remover o painel fotovoltaico seguindo o esquema anterior (Figura 34), para só assim executar sua remoção. O processo é relativamente simples (Figura 35), não gerando complicações na hora da montagem ou desmontagem.

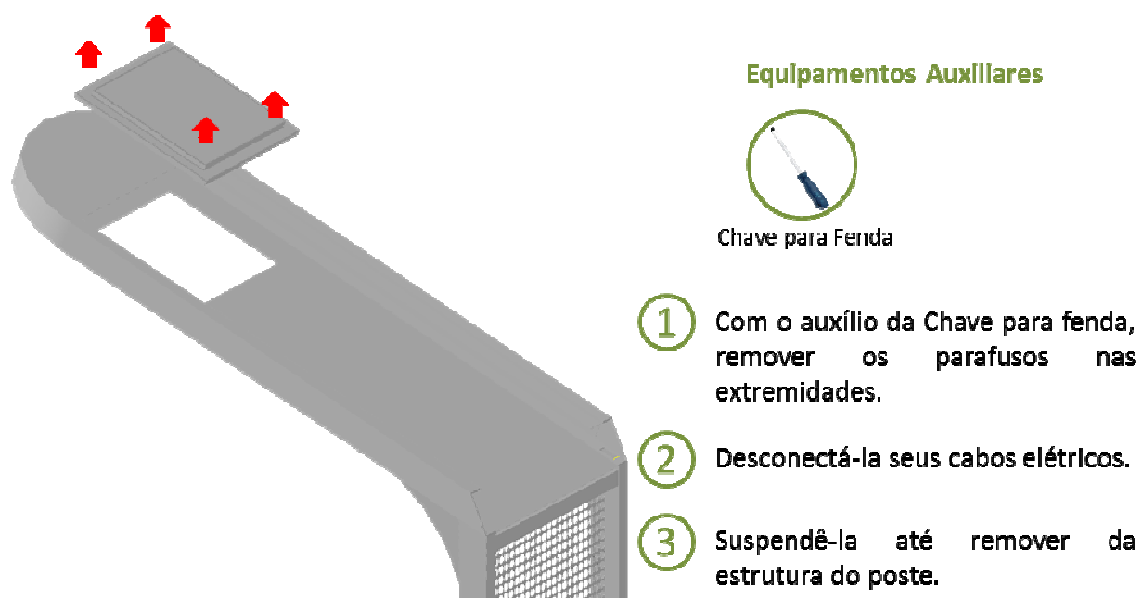


Figura 35 – Remoção da luminária

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.4.3 Controlador de Carga

O controlador de carga é responsável pelo controle de energia gerado pelos painéis fotovoltaicos, evitando que haja sobrecargas de energia a fim que danifiquem o sistema. O controlador de carga encontra-se na parte superior da luminária próximo a luminária, para se ter acesso ao controlador também faz-se necessária a retirada do painel fotovoltaico seguindo o esquema previamente visto (Figura 34), para só assim executar sua remoção (Figura 36).

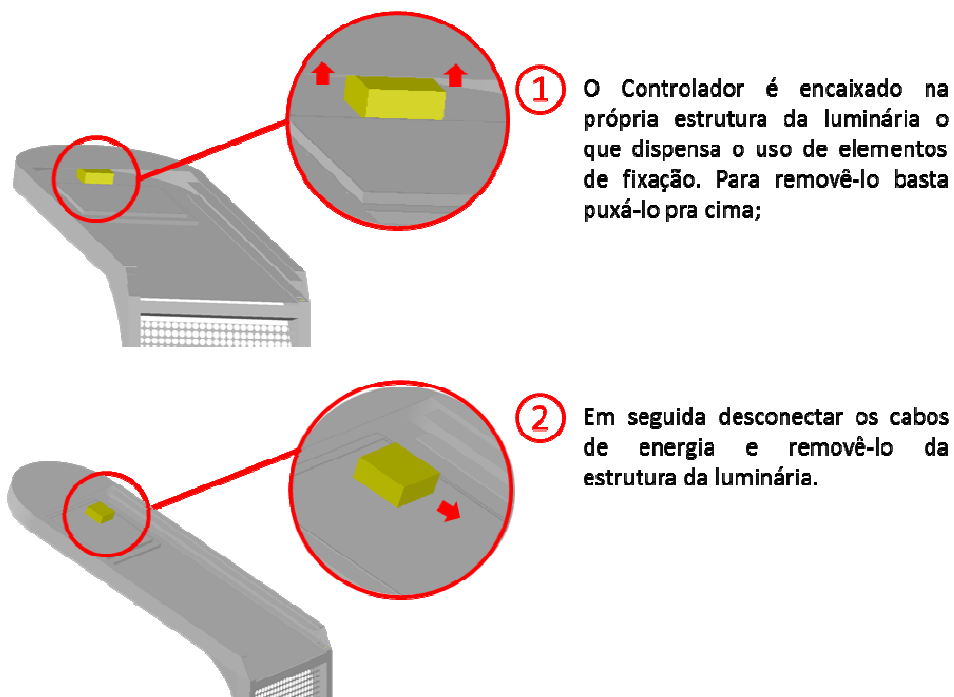


Figura 36 – Remoção do controlador de carga

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.4.4 Bateria

A bateria tem as funções básicas de armazenar a energia coletada pela placa solar e mandar energia para alimentação dos LEDs. A bateria encontra-se acomodada na base da luminária, para sua remoção é obedecido o esquema conforme figura 36.

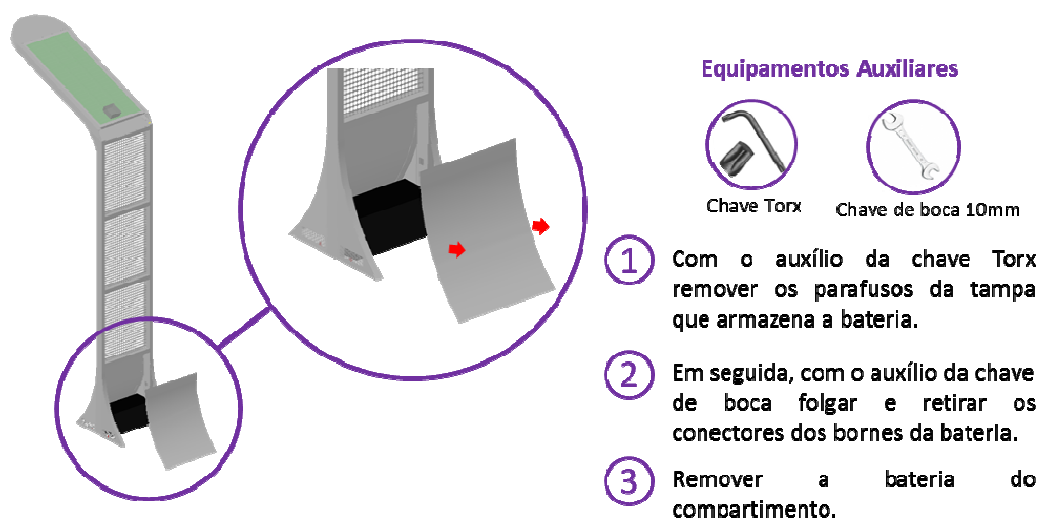


Figura 37 – Remoção da bateria

Fonte: Próprio Autor, 2011

6.5 Detalhamentos técnicos

Esta etapa consiste de todo detalhamento técnico do projeto, onde constam todos os desenhos para a sua construção. Desenvolvidas em pranchas nos formatos A3 e A4 podem ser observados os referidos desenhos de vistas ortogonais, Perspectivas isométricas e cortes e detalhes. Sendo estas encontradas na seção de anexos deste trabalho (Anexo B).

Etapa 7 – Superfície

7.1 Modelo Funcional

A elaboração do modelo funcional (Figura 38) foi desenvolvido na escala de 1:3, onde teve a presença da madeira de pinus como elemento principal de construção, a atribuição de oito LEDs 3mm para a geração da iluminação, fios condutores de energia com espessura de 2mm e uma bateria de 9V que fornece energia elétrica para o funcionamento dos LEDs.



Figura 38 – Modelo Funcional, LUMISOL

Fonte: Próprio Autor, 2011

A construção do modelo funcional da Lumisol teve como propósito a avaliação de dimensões, alocação de componentes e a estética, esses, requisitos previamente observados para a construção do protótipo.

7.2 Protótipo

O protótipo do projeto Lumisol (Figura 39) teve um tempo médio equivalente a vinte dias úteis para ficar totalmente finalizado, passando respectivamente pelas etapas de construção, acabamento, pintura e instalação elétrica. Lembrando que essa média de tempo para sua construção é baseada em apenas dois funcionários (técnico + ajudante) trabalhando oito horas diárias.



Figura 39 – Protótipo, LUMISOL

Fonte: Próprio Autor, 2011

Os custos para a sua produção ficaram na média de R\$ 3.200,00 (Anexo C), onde parte do custeio foi fornecida pela Universidade Federal de Pernambuco, assim como o fornecimento dos técnicos para construção do protótipo e a instalação elétrica, sendo eles, o técnico Wenceslau Gomes de Lima, responsável pela parte de construção, acabamento e pintura, e do técnico Guilherme Costa Neto, responsável pela instalação elétrica da luminária. O projeto teve ainda o apoio do Prof. Dr. Heitor Scalabrini na doação de

componentes utilizados na própria luminária, como a bateria, o controlador de carga e a placa fotovoltaica.

O protótipo do projeto Lumisol, encontra-se atualmente instalado no térreo do bloco 17 da Universidade Federal de Pernambuco – Campus Agreste, Rodovia BR 104, km 59, s/n, Bairro Nova Caruaru, Caruaru-PE, disponível para observação de alunos, professores, pesquisadores e demais interessados.

CONCLUSÃO

A LUMISOL traz um novo conceito de iluminação pública, incorporando fonte de energia “limpa”, renovável e gratuita, associada aos princípios de eficiência energética. Além de um design inovador que valoriza os espaços públicos e o meio ambiente, eliminando os emaranhados de fios e cabos que interligam os postes tradicionais.

Outra meta atingida de considerável importância para o projeto foi o descarte da utilização da energia proveniente das redes convencionais elétricas, dando lugar por sua vez, a energia solar, que através das placas solares fotovoltaicas. E por fim, a utilização de lâmpadas a LEDs cujo alto brilho, que além de consumos elétricos muito reduzidos garante um tempo de vida de até 50.000 horas.

As principais vantagens do projeto podem são enumeradas abaixo:

- 1 - Desnecessária a abertura de valas para ligação á rede;
- 2 - Evita a colocação de uma rede de cabos elétricos;
- 3 - Sem quaisquer custos de manutenção;
- 4 - Consumo elétrico muito reduzido;
- 5 - Até 50.000 horas de luz garantidas pelas luminárias de LEDs;
- 6 - O aumento do número de horas de utilização é possível através do aumento da capacidade de armazenamento;
- 7 - Vida útil das baterias: cerca de 4 a 5 anos.

Por fim, dentre as diversas vantagens citadas, a elaboração desse projeto traz também, de forma simplória, o intuito de promover e divulgar o uso das energias renováveis, onde, algumas dessas energias são abundantes em nossa região, entretanto o seu uso atualmente infelizmente ainda caminha a passos lentos.

REFERÊNCIAS

ABEP, Classificação Socioeconômica no Brasil, disponível em: <<http://www.abep.org>> acesso em: 20/10/2011.

ALCÂNTARA, Eurípedes. A energia limpa dá lucro. **VEJA**, v. 2222, n.25, p. 21-25, jun. 2011.

ALTENAPLUS, **Lâmpadas de azeite**, disponível em: <<http://www.altenaplus.com.br/curiosidades.php?idmenu=12&id=21>> acesso em: 18/07/2011.

ANDI, **Pesquisa Mudanças Climáticas na Imprensa Brasileira. ANDI e Embaixada Britânica**, disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/661>> acesso em 24/02/2010.

ANEEL, **Iluminação Pública**, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Audiencia_Publica/audiencia_proton/ap007/AP007_minuta.doc> acessado em 03/03/2010.

ANEEL, **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**, Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília: ANEEL, 2002.

BBC, **Esquema da Energia Eólica**, disponível em: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/6969865.stm> acesso em: 01/08/2011.

CASASOLAR, **Controladores de Carga**, disponível em: <<http://fastcommerce.com.br/>> acesso em 20/09/2011

CIÊNCIAEMEIOAMBIENTE, **Energia solar no interior de PE**, disponível em: <<http://jc3.uol.com.br/blogs/blogcma/categoria.php?pag=10&cat=83>> acesso em: 03/11/2011.

CISER, **Elementos de fixação**, disponível em: <<http://www.ciser.com.br/produtos/catalogo.asp>> acesso em: 03/08/2011.

CORAL, **Tintas e Vernizes**. Disponível em: < <http://www.coral.com.br>> acesso em: 03/08/2011.

CORFIO, **Cabos e fios elétricos**. Disponível em: <www.corfio.com.br> acesso em: 03/08/2011.

CROMATEK, **Power Leds.** Disponível em:
<<http://www.cromatek.com.br/site/index.php/produtos/powerled>> acesso em: 21/09/2011.

ENERGIASALTERNATIVAS, **A energia Biomassa,** disponível em:
<<http://energiasalternativas.webnode.com.pt/energias-renovaveis/biomassa/>> acesso em:
02/07/2011

FLC, **Lâmpadas de Descarga de alta pressão,** disponível em:
<<http://www.flc.com.br/produtos.php?cat=4&prod=25>> acesso em: 18/07/2011.

FONSECA, Ana Cláudia, et al. 2010 o ano zero da economia sustentável. **VEJA**, v.2145, n.52, p.215-292, dez. 2009.

FOSTER, Maria das Graças, **Recorde de energia em 2010,** disponível em:
<<http://oglobo.globo.com/economia/mat/2010/02/02/consumo-de-energia-eletrica-no-pais-bate-recorde-historico-915769583.asp>> acesso em: 05/03/2010.

FRÓES DA SILVA, Lourenço Lustosa, **Iluminação Pública no Brasil:** Aspectos Energéticos e Institucionais. In: **UFRJ**, 2006. (<http://www.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/Ilfroes.pdf>)

GONZAGA, Armando Luiz, **Madeira: Uso e Conservação** – Brasília: IPHAN/MONUMENTA, 2006. (Cadernos Técnicos; 6).

GOTSCHA, **Farol de Jan Van Der Heyden,** disponível em: <<http://www.gotscha.nl/nl-lantaarn-heyden.htm>> acesso em 03/04/2011.

GUERRINI, Délio Pereira, **Iluminação: Teoria e Projeto** – 2.ed. – São Paulo: Érica, 2008.

IALD, **Importance of Using a Lighting Designer,** disponível em: <<http://www.iald.com>> acesso em: 20/08/2011

IDEC, **Manual da Energia,** disponível em:
<http://www.idec.org.br/biblioteca/mcs_energia.pdf> acesso em: 01/08/2011.

INFONET, **Modelo de poste simples,** disponível em:
<<http://www.infonet.com.br/cidade/ler.asp?id=93078&titulo=cidade>> acessado em:
03/03/2010.

INMETRO, **Lâmpadas fluorescentes compactas,** disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/fluorescentes.asp>> acesso em
18/07/2011.

INOV.TECNOLÓGICA, **OLEDs**, disponível em:
<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=leds-organicos-lancam-luzes-sobre-futuro-brilhante&id=010115091119>> acesso em 20/07/2011.

ITAIPU, **Geração de Energia**, disponível em:
<<http://www.itaipu.gov.br/index.php?q=node/157&foto=geracao.jpg>> acesso em 29/04/2010.

KYOCERA, **Postes Solares**, disponível em: <<http://www.kyocerasolar.com.br/>> acesso em 20/07/2011

LOURENÇO JUNIOR, **Modelos Funcionais do Grupo de Pesquisa SENDES**, disponível em:
<<http://silviodiniz.multiply.com/>> acesso em 24/08/2011

LUMISOLAIR, **Poste Solar**, disponível em: <<http://www.lumisolair.com/>> acesso em 20/07/2011

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis; os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo: Editora USP, 2008.

MERCADOLIVRE, **Fotocélulas**. Disponível em: <<http://www.mercadolivre.com.br>> acesso em: 15/09/2011.

OSRAM, **Lâmpadas Incandescentes**, disponível em:
<http://www.osram.com.br/osram_br/Consumidor/Iluminacao_Geral/Lampadas_Incandescentes/index.html> acesso em: 18/07/2011.

PHILIPS, **Lâmpadas de Vapor Metálico**, disponível em:
<http://www.luz.philips.com/archives/pt_lamps_hid_hpit.pdf> acesso em: 18/07/2011.

POSTAL, Maurício. **Materiais para construção mecânica**. Uberlândia: SENAI-MG. CETAL/FAM, 1999.

PROCEL, **Tipos de lâmpadas no Brasil**, disponível em:
<<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={EB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57}>> acesso em 03/03/2010.

R7, **Consumo mundial de energia crescerá 35% até 2030**, disponível em:
<<http://noticias.r7.com/economia/noticias/consumo-mundial-de-energia-crescera-35-ate-2030-20100205.html>> acesso em 11/11/2011

REN21, **Relatório de Status Global**. Disponível em:
<<http://www.ren21.net/REN21Activities/Publications/GlobalStatusReport/GSR2011/tabid/56142/Default.aspx>> acesso em: 22/07/2011.

SÁ, Cláudia. **Lighting Designer** - O primeiro passo rumo à regulamentação da profissão, disponível em: <http://www.lumearquitetura.com.br/pdf/ed31/ed_31_Profissao.pdf> acesso em 20/08/2011

SHACKELFORD, James F. **Ciência dos Materiais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

SHOMEI, **Luminárias Públicas**, disponível em: <<http://www.shomei.com.br/produtospostes.html>> acessado em 03/03/2010.

SILVA, Mauri Luiz da. **Iluminação - Simplificando o Projeto**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2009.

SUVINIL, **Tintas e Vernizes**. Disponível em: < <http://www.suvinil.com.br>> acesso em: 03/08/2011.

SXC, **LED – Diodo Emissor de Luz**, disponível em: <<http://www.sxc.hu/photo/961840>> acesso em 01/08/2011.

TRIGUEIRO, André. **Meio ambiente no século 21**, Autores Associados LTDA, Campinas, 2005.

ANEXO A

Pesquisa com os usuários

Pesquisa de Campo – (Modelo do Questionário)

Pesquisa realizada pelo aluno Alberes V. Cavalcanti estudante do curso de Design da UFPE - Universidade Federal de Pernambuco como parte integrante de seu trabalho de conclusão de curso. Esta pesquisa dispôs do meio eletrônico *Google Docs* fornecido pela empresa *Google*, disponível em: <<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dHJMMWFJNzFUSVY5SE56Ymp0dTdaM0E6MQ>> onde foi destinada a usuários de parques e praças no qual se utilizam desses locais para o descanso, trajetória diária, prática da caminhada / corrida e afins em períodos noturnos ou com baixa incidência da luz natural.

*** Requerido**

Nome: _____

(Omitido para divulgação dos dados)

Qual sua idade? *

- ☐ Menor que 20
- ☐ 21-30
- ☐ 31-40
- ☐ 41-50
- ☐ 51-60
- ☐ Maior que 60

Qual sua situação civil? *

- ☐ Solteiro(a)
- ☐ Casado(a)
- ☐ Separado(a)
- ☐ Viúvo(a)

Qual seu grau de escolaridade? *

- ☐ Ens. Fundamental Incompleto
- ☐ Ens. Fundamental Completo
- ☐ Ens. Médio Incompleto
- ☐ Ens. Médio completo
- ☐ Superior Incompleto
- ☐ Superior Completo
- ☐ Outro

Qual a sua média salarial? *

- ☐ Desempregado
- ☐ 1 Salário Mínimo
- ☐ 2 Salários Mínimos
- ☐ 3 Salários Mínimos
- ☐ 4 Salários Mínimos
- ☐ 5 Salários Mínimos ou mais

Com que frequência você realiza atividades de lazer em grupo? *

(Visitas a lugares como teatros, parques, praças, shoppings, entre outros).

- ☐ 1 vez na semana
- ☐ 2 vezes na semana
- ☐ 3 vezes na semana
- ☐ 4 vezes ou mais

Com que frequência você frequenta praças ou parques de sua cidade? *

- ☐ 1 vez na semana
- ☐ 2 vezes na semana
- ☐ 3 vezes na semana
- ☐ 4 vezes ou mais.

Qual o período de utilização? *

- ☐ Manhã
- ☐ Tarde
- ☐ Noite
- ☐ Madrugada

A Iluminação gerada pelas luminárias da praça de sua cidade são eficientes?

- ☐ Sim
- ☐ Não

Em caso de Não para questão anterior, Quais fatores você recomendaria? Intensidade luminosa, cor, design, economia, etc.

Pesquisa de Campo

Resultados Finais

01/03

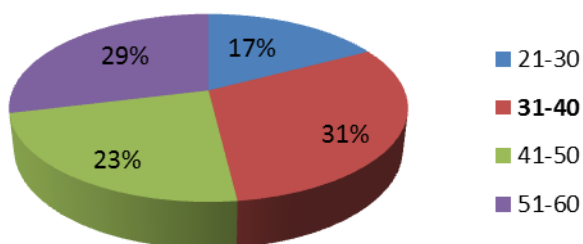
Idade	Frequência em praças ou parques da cidade	Período de utilização	Situação civil	Grau de escolaridade	Média salarial	Frequência de atividades de lazer em grupo	Iluminação eficiente	Fatores de recomendação
31-40	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	3 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Cor amena, boa iluminação
51-60	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Incompleto	2 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Não	Iluminação forte
41-50	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	3 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
21-30	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Superior Incompleto	1 Salário Mínimo	1 vez na semana	Não	Luz Branca
51-60	4 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Lâmpadas mais potentes
31-40	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
21-30	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	1 Salário Mínimo	1 vez na semana	Sim	* * *
41-50	2 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	* * *
51-60	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Sim	* * *
31-40	1 vez na semana	Madrugada	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
51-60	1 vez na semana	Noite	Viúvo(a)	Ens. Medio Completo	4 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Sim	* * *
41-50	3 vezes na semana	Noite	Casado(a)	Superior Incompleto	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Lâmpadas mais fortes
31-40	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Superior Completo	4 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Não	Iluminação neutra, proporcione melhor visibilidade
51-60	2 vezes na semana	Manhã	Viúvo(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Menos ofuscante
41-50	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Melhor visibilidade
31-40	1 vez na semana	Madrugada	Casado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *

Idade	Frequência em praças ou parques da cidade	Período de utilização	Situação civil	Grau de escolaridade	Média salarial	Frequência de atividades de lazer em grupo	Iluminação eficiente	Fatores de recomendação
21-30	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Superior Incompleto	Desemp.	3 vezes na semana	Não	* * *
51-60	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	2 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Cores diversificadas
51-60	2 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Incompleto	5 Salários Mínimos	3 vezes na semana	Sim	* * *
31-40	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Superior Completo	3 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
31-40	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Ens. Medio Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
51-60	1 vez na semana	Madrugada	Separado(a)	Ens. Medio Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
41-50	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Luz agradável, cor amarela
51-60	3 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Substituir as atuais por LEDs
31-40	1 vez na semana	Tarde	Casado(a)	Superior Incompleto	2 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Sim	* * *
51-60	3 vezes na semana	Manhã	Separado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
31-40	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Superior Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Colocar lâmpadas que iluminem diretamente a pista de caminhada
21-30	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	Desemp.	3 vezes na semana	Não	* * *
21-30	2 vezes na semana	Madrugada	Solteiro(a)	Superior Incompleto	3 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	colocar lâmpadas de maior potência
31-40	2 vezes na semana	Noite	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Luminárias mais modernas
41-50	1 vez na semana	Manhã	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Lâmpadas mais econômicas
41-50	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Ens. Medio Completo	3 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
51-60	4 vezes na semana	Manhã	Viúvo(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	3 vezes na semana	Não	Colocarem mais pontos de luz
31-40	1 vez na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	* * *

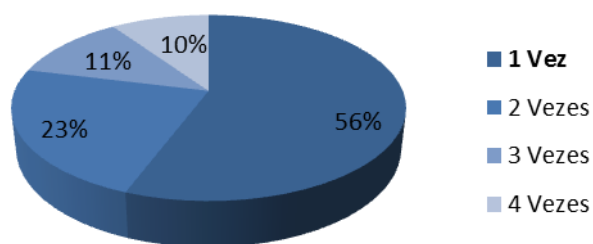
Idade	Frequência em praças ou parques da cidade	Período de utilização	Situação civil	Grau de escolaridade	Média salarial	Frequência de atividades de lazer em grupo	Iluminação eficiente	Fatores de recomendação
41-50	1 vez na semana	Manhã	Separado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Não	Inserirem lâmpadas de cores tipo âmbar
31-40	1 vez na semana	Noite	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
31-40	2 vezes na semana	Manhã	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Aumentar a quantidade de postes
51-60	1 vez na semana	Noite	Separado(a)	Superior Incompleto	5 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Sim	* * *
41-50	2 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Ens. Medio Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	podar algumas árvores para que a iluminação melhore
31-40	3 vezes na semana	Tarde	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Colocar lâmpadas frias e mais fortes
21-30	1 vez na semana	Noite	Casado(a)	Superior Incompleto	Desemp.	3 vezes na semana	Sim	* * *
21-30	4 vezes na semana	Noite	Separado(a)	Superior Incompleto	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
41-50	2 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Sim	* * *
51-60	2 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Incompleto	4 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	Luminárias com energia solar
41-50	4 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vez na semana	Não	* * *
41-50	2 vezes na semana	Tarde	Separado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vezes na semana	Não	Substituir as lâmpadas atuais por lâmpadas mais potentes
51-60	3 vezes na semana	Noite	Casado(a)	Superior Incompleto	3 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Não	Manutenção constante
21-30	2 vezes na semana	Madrugada	Separado(a)	Superior Completo	3 Salários Mínimos	1 vezes na semana	Não	Colocar lâmpadas de cor branca
31-40	1 vez na semana	Tarde	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	1 vezes na semana	Sim	* * *
31-40	4 vezes na semana	Manhã	Casado(a)	Superior Incompleto	Desemp.	1 vezes na semana	Não	Intalação de luminárias mais bonitas
21-30	3 vezes na semana	Tarde	Solteiro(a)	Ens. Medio Completo	3 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Sim	* * *
51-60	2 vezes na semana	Madrugada	Casado(a)	Superior Completo	5 Salários Mínimos	2 vezes na semana	Não	* * *

Resultados Estatísticos

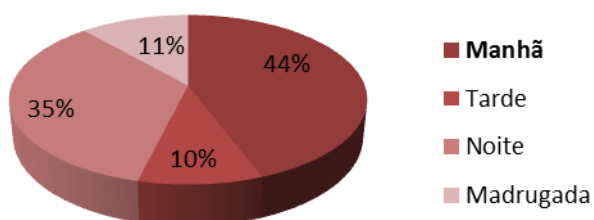
Idade



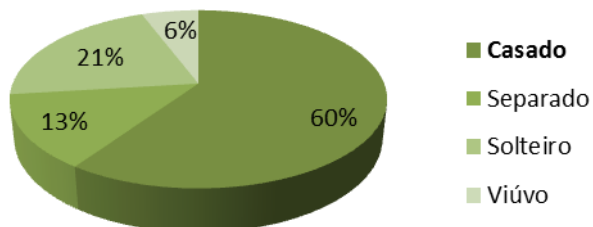
Frequência em Parques ou praças



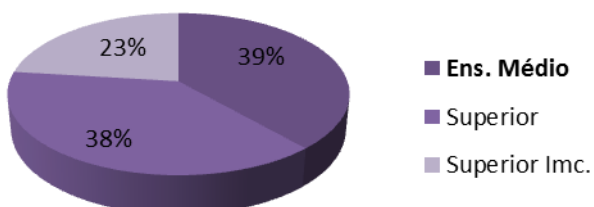
Período de Utilização



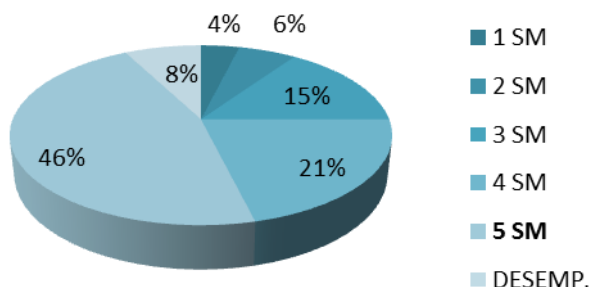
Situação Civil



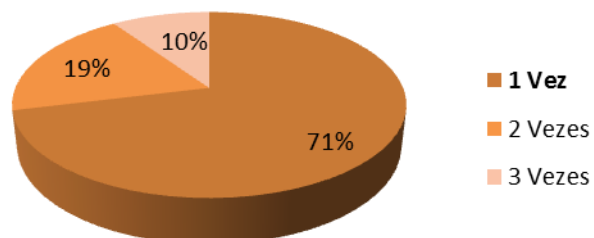
Grau de Escolaridade



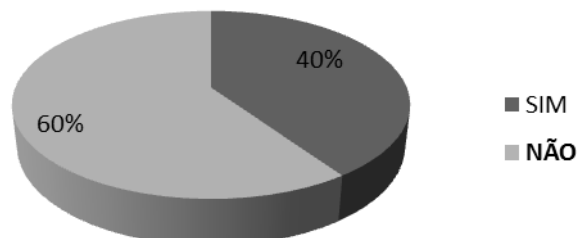
Média Salarial



Atividades em Grupo

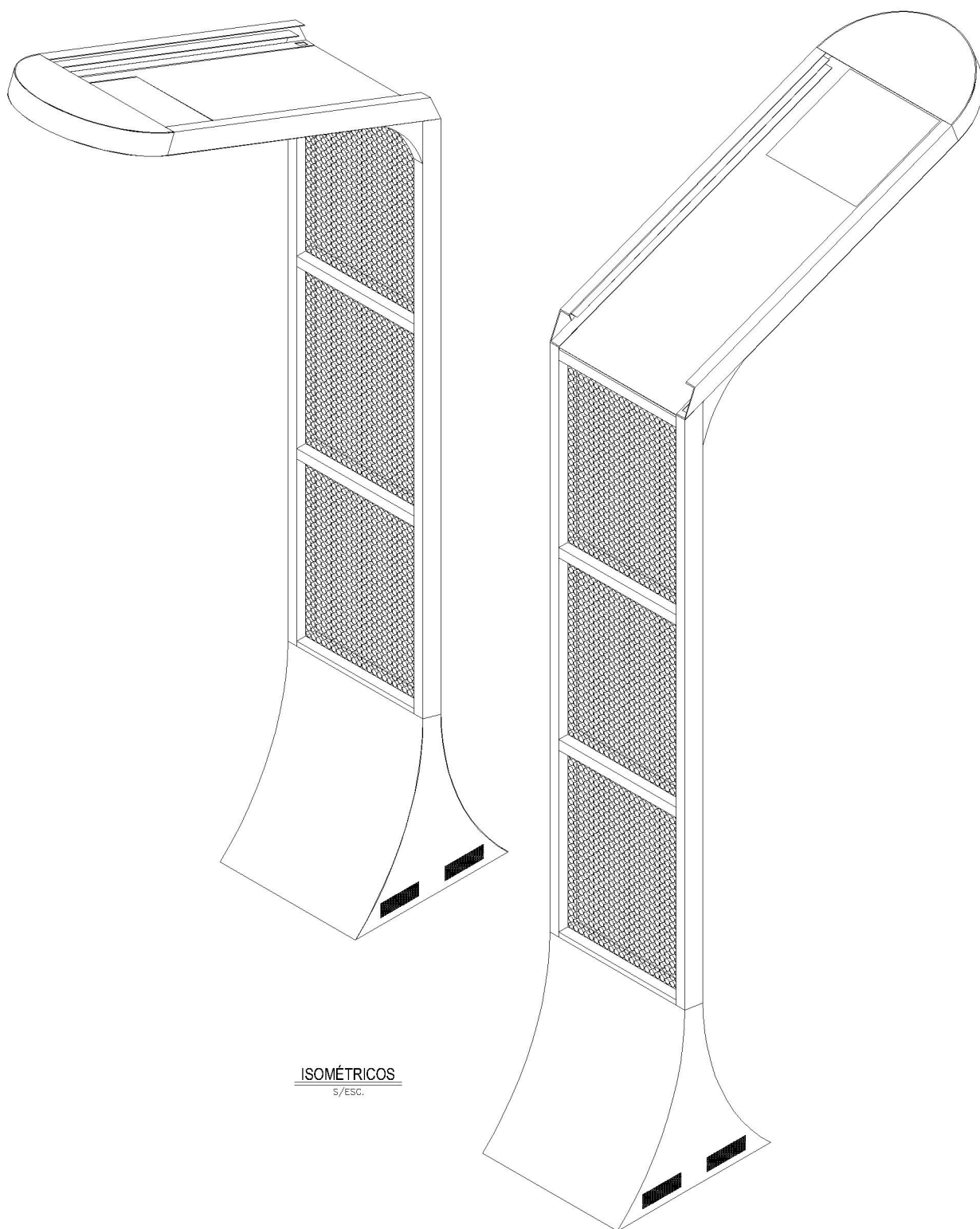


Iluminação Eficiente



ANEXO B

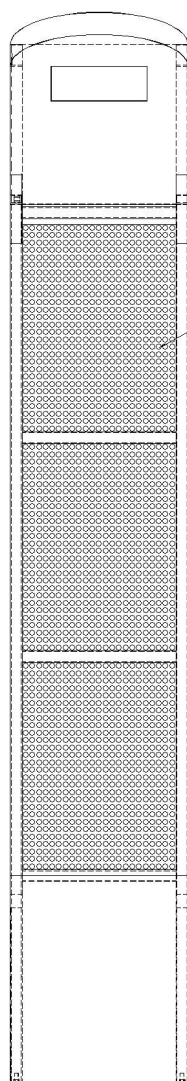
Detalhamento Técnico



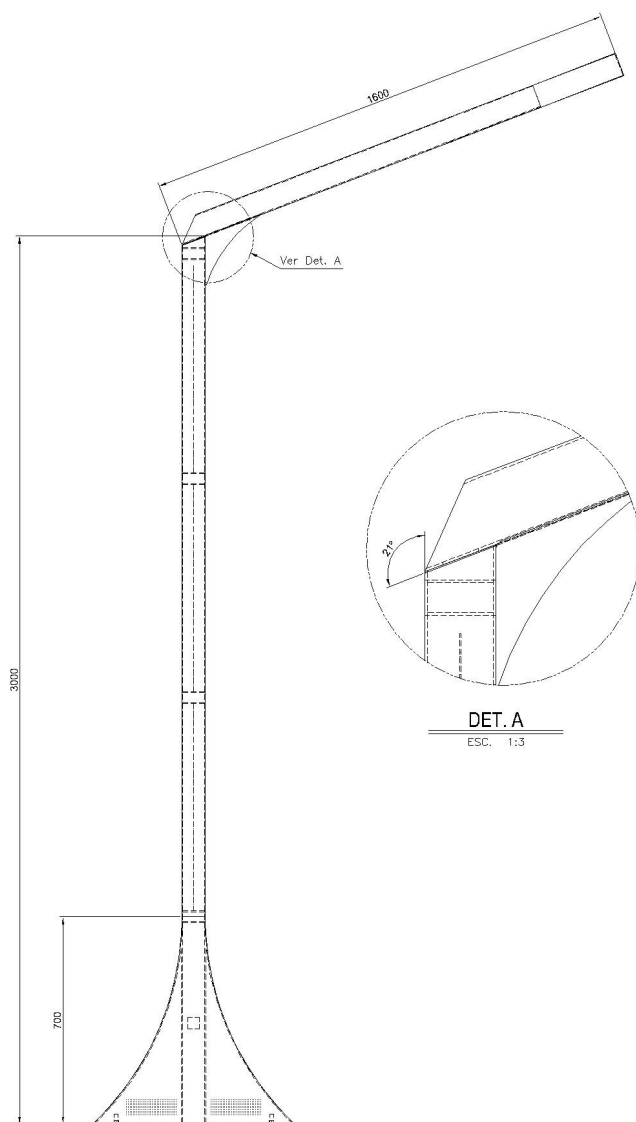
ISOMÉTRICOS
S/ESC.

OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

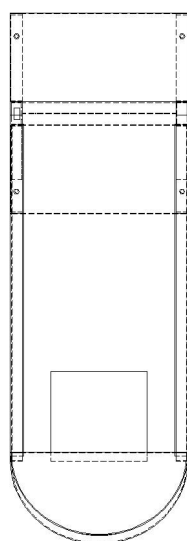
	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco CAA - Campus do Agreste	
	SENDES - Soluções em Energia e Design	
Nome do Projeto: LUMISOL	Prancha: Vistas isométricas	Esc. Esc. Indicada
Desenho: Alberes V. Cavalcanti	Nº Prancha: 001	Data: 25/10/2011



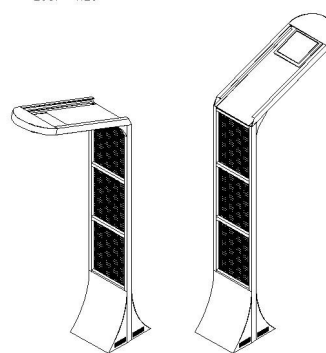
VISTA FRONTAL
ESC. 1:25



VISTA LATERAL
ESC. 1:25



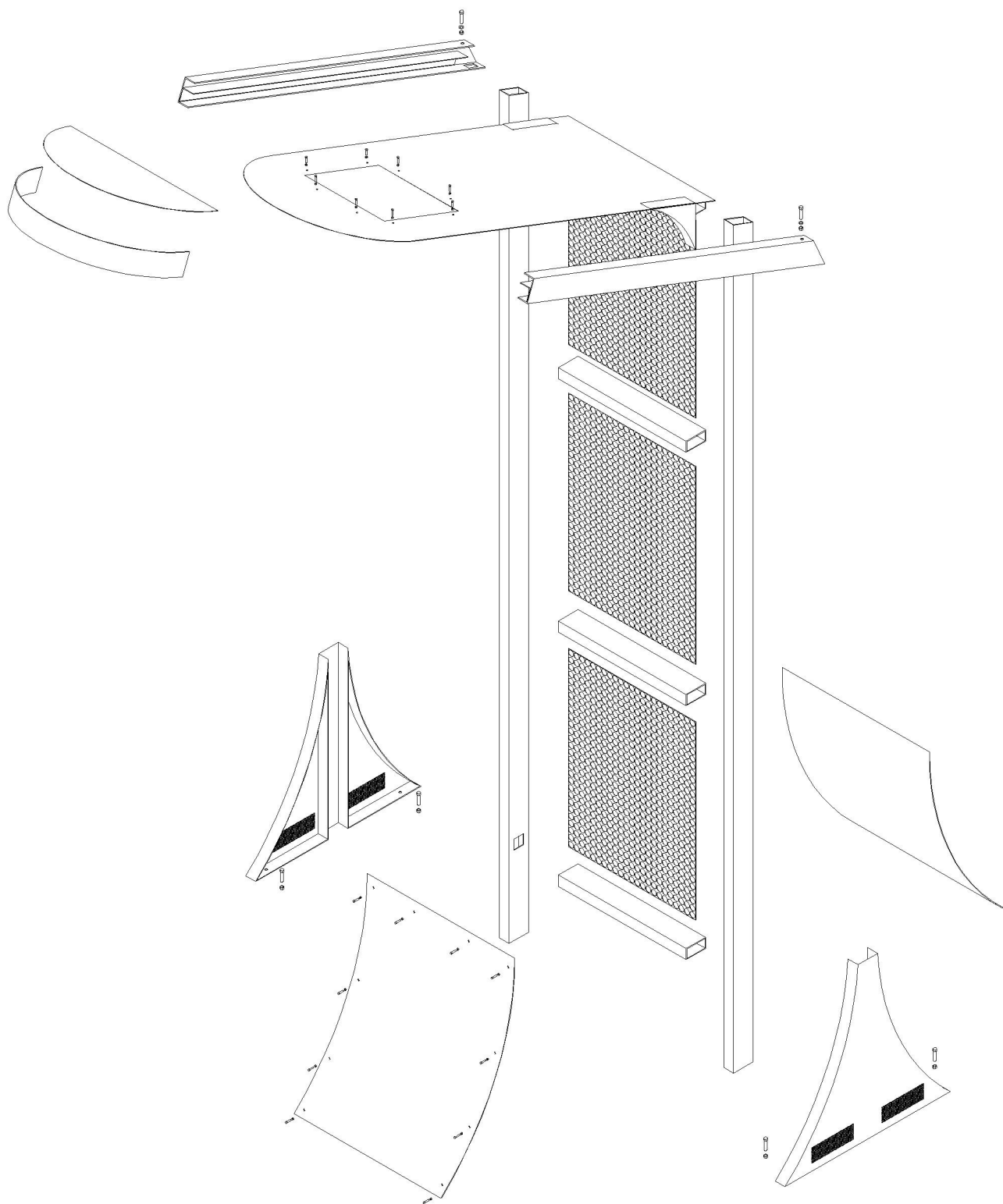
VISTA SUPERIOR
ESC. 1:25



ISOMÉTRICOS
S/ESC.

OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco CAA - Campus do Agreste	
	SENDES - Soluções em Energia e Design	
Nome do Projeto: LUMISOL	Prancha: Vistas ortogonais	Esc. Esc. Indicada
Desenho: Alberes V. Cavalcanti	Nº Prancha: 002	Data: 25/10/2011

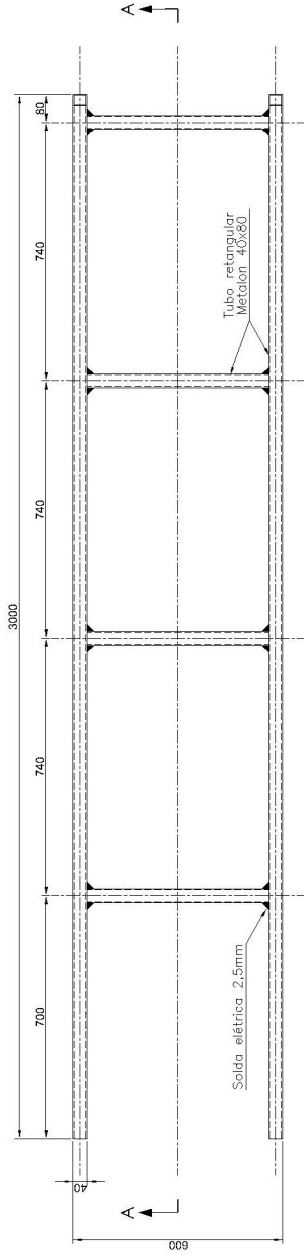


VISTA EXPLODIDA

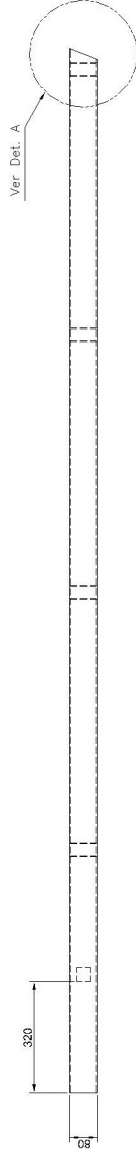
S/ESC.

OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

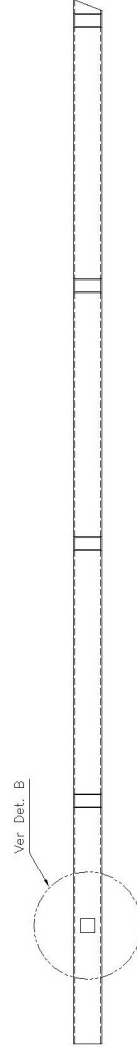
	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco CAA - Campus do Agreste	
	SENDES - Soluções em Energia e Design	
Nome do Projeto: LUMISOL	Prancha: Vista Explodida	Esc. Esc. Indicada
Desenho: Alberes V. Cavalcanti	Nº Prancha: 003	Data: 25/10/2011



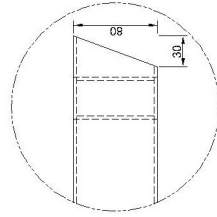
VISTA FRONTAL
Esc. 1:15



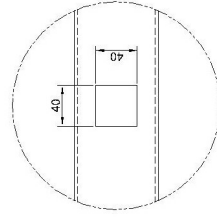
VISTA SUPERIOR
Esc. 1:15



CORTE AA
Esc. 1:15



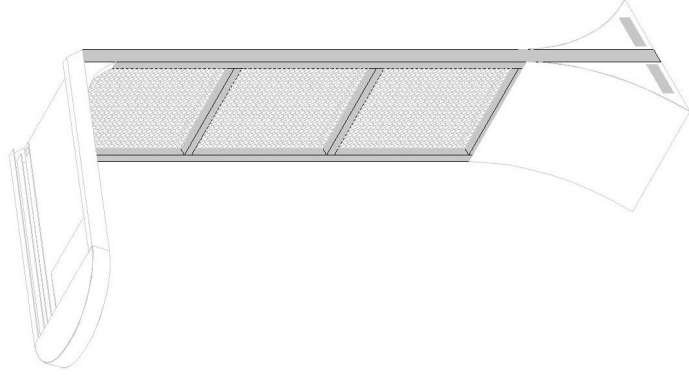
Det. A
Esc. 1:5



Det. B
Esc. 1:5

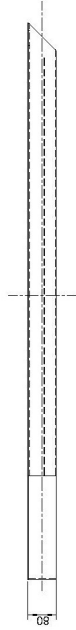


VISTA LATERAL DIR
Esc. 1:15

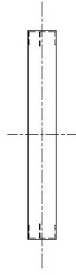


OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

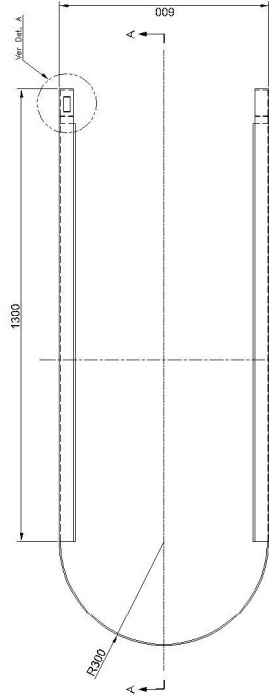
	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco CAA - Campus do Agreste	
	SENDES - Soluções em Energia e Design	
Nome da Prjeto: LUMISOL	Prancha: Poste Estrutural	Escala: Esc. Indcada
Desenho: Alberes V. Cavalcanti	Prancha Nº: 004	Data: 30/10/2011



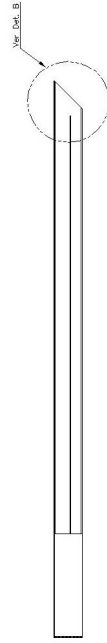
VISTA FRONTAL
ESC. 1:15



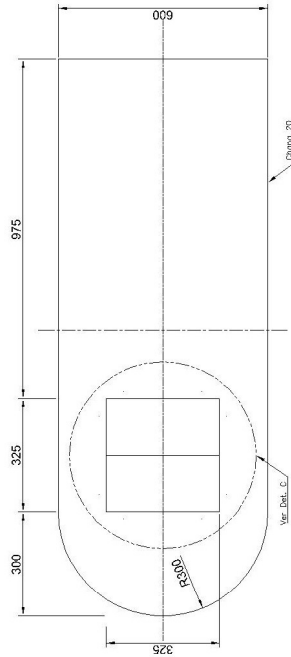
VISTA LATERAL
ESC. 1:15



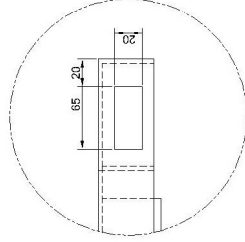
VISTA SUPERIOR
ESC. 1:15



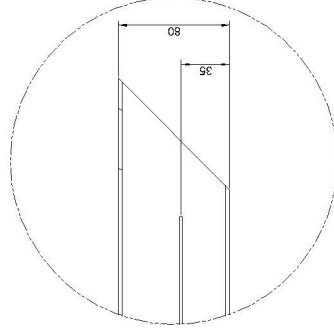
CORTE AA
ESC. 1:15



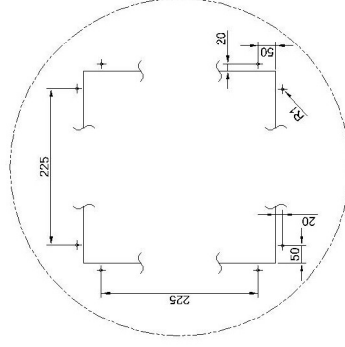
VISTA INFERIOR
ESC. 1:15



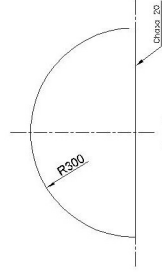
Det. A
ESC. 1:4



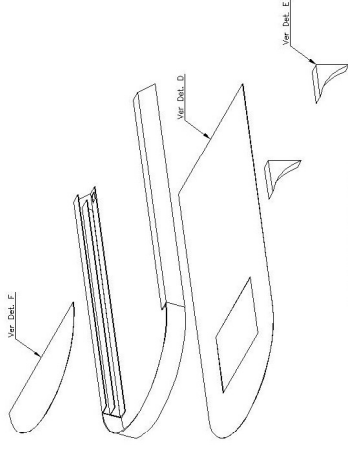
Det. B
ESC. 1:4



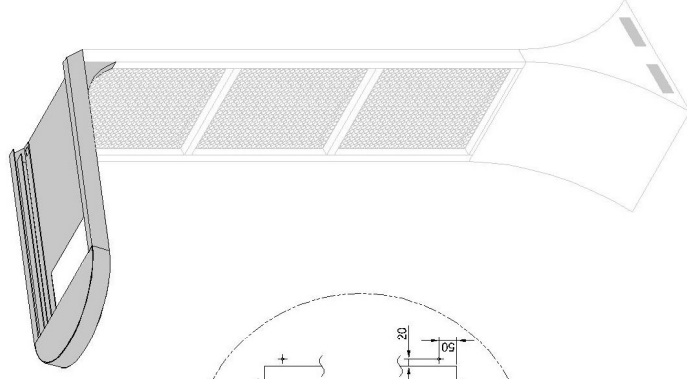
Det. C
Distância entre furos
ESC. 1:5



Det. F
ESC. 1:15

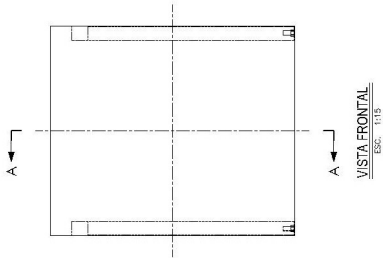


SOMÉTICO EXPLODIDO
9/5

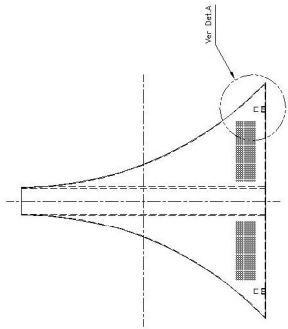


OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

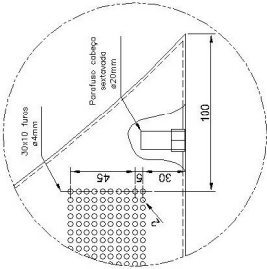
	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco CAA - Campus do Agreste	
	SENDES - Soluções em Energia e Design	
Nome do Projeto: LUMISOL	Prancha: Suporte da Placa solar	Escala: Esc. Indicada
Desenho: Aberes V. Cavalcanti	Prancha Nº: 005	Data: 30/10/2011



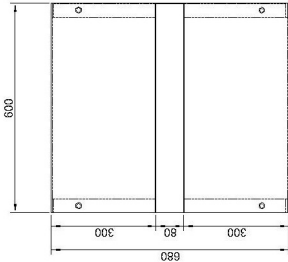
VISTA FRONTAL
Esc. 1:15



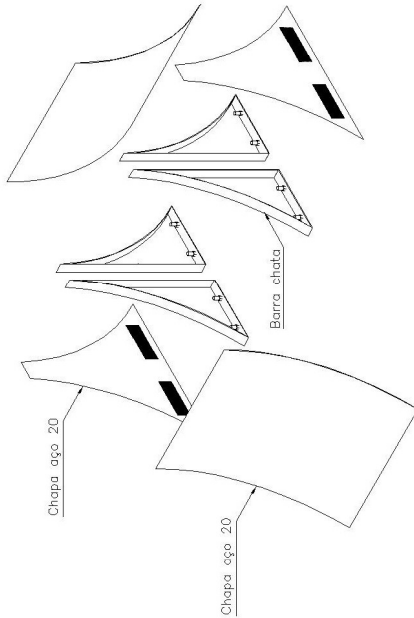
VISTA LATERAL
Esc. 1:15



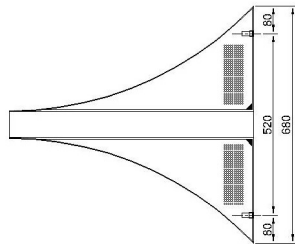
Det. A
Esc. 1:5



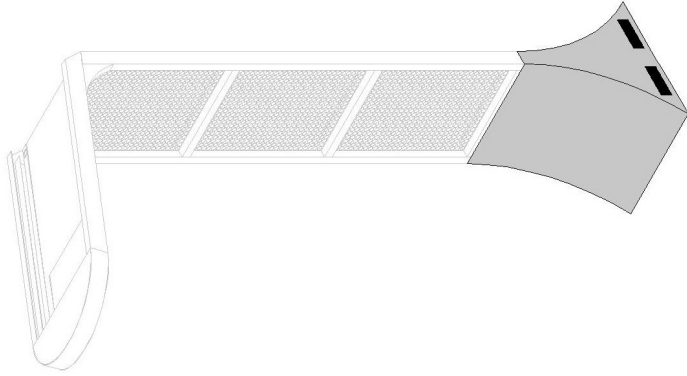
VISTA SUPERIOR
Esc. 1:15



VISTA SUPERIOR
Esc. 1:15



CORTE AA
Esc. 1:15



OBS: Medidas em milímetros, salvo indicação contrária.

	UFPE - Universidade Federal de Pernambuco	
	CAA - Campus do Agreste	
Nome da Prática: LUMISOL	SENDES - Soluções em Energia e Design	
	Escala: Esc. Indicada	
Desenho: Alberes V. Cavalcanti	Prática Nº: 006	
	Data: 30/10/2011	

ANEXO C

Custos de produção



UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Projeto LUMISOL

Lista de Materiais

Lista Nº 01/2011

17/11/2011

Material	Quantidade	Custo (R\$)
barra chata 3/4 x 1/8	1	R\$ 11,00
Chapa de aço	1	R\$ 14,40
Barra 2x1/2	1.90m	R\$ 30,00
Perfil U	3m	R\$ 40,00
Barra 1/2 x 1/8	3m	R\$ 15,00
Barra 2 x 1/8	3m	R\$ 16,00
Chapa de aço	3,9 Kg	R\$ 11,60
barra chata 3/4 x 1/8	1	R\$ 11,50
tela moeda ferro 70mm 1"	3m	R\$ 35,75
Chapa preta 2x1 20 0,90mm	1	R\$ 65,00
Tubo Metalon 80x40 CH14 22	6m	R\$ 85,99
Thinner sintetico 1/4	1	R\$ 9,80
Parafuso p/ poste galvanizado	4	R\$ 18,00
Tinta Dialine 1/4 Branco neve	2	R\$ 27,00
Eletrodo 2,50mm	1 Kg	R\$ 10,80
Arruela Quadrada p/ parafuso poste galvanizado	4	R\$ 3,20
Lixa de ferro G80	5	R\$ 12,50
Painel Solar Fotovoltaico 50W	1	R\$ 850,00
Bateria automotiva 40A	1	R\$ 300,00
Controlador de carga 40A	1	R\$ 609,00
LEDs alta potência 3W	12	R\$ 120,00
Luminária Paflon	1	R\$ 95,00
Parafusos Estilo TORX	12	R\$ 50,00
Outros		
Grafitagem		R\$ 150,00
Pagamento terceiros		R\$ 700,00
	TOTAL	R\$ 3.291,54